



TUGAS AKHIR – RC 14-1501

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN *FLEXIBLE PAVEMENT* PADA RUAS
JALAN DESA SOBO – DESA MUNJUNGAN, PROYEK
JALUR LINTAS SELATAN JAWA TIMUR**

ANDITHASARI PANCANINGRUM
NRP. 3114 105 071

Dosen Pembimbing 1
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Dosen Pembimbing 2
Istiar, ST., MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – RC 14-1501

**DESIGN OF GEOMETRIC AND PAVEMENT ROAD
WITH FLEXIBLE PAVEMENT, ROAD SECTIONS
SOBO – MUNJUNGAN VILLAGE, JALUR LINTAS
SELATAN PROJECT, EAST JAVA**

ANDITHASARI PANCANINGRUM
NRP. 3114 105 071

Lecturer 1
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Lecturer 2
Istiar, ST., MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN *FLEXIBLE PAVEMENT* PADA
RUAS JALAN DESA SOBO – DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JALUR LINTAS SELATAN JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

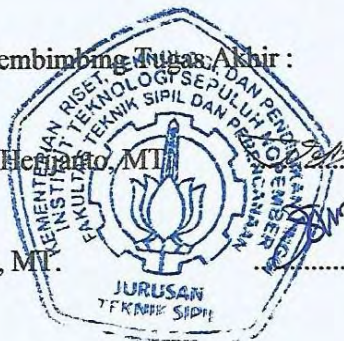
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANDITHASARI PANCANINGRUM
NRP. 3114 105 071

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Wahyu Hermanto, MT (Pembimbing I)
2. Istiar, ST., MT. (Pembimbing II)



**SURABAYA
JULI, 2016**

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN DENGAN *FLEXIBLE PAVEMENT* PADA RUAS JALAN DESA SOBO – DESA MUNJUNGAN, PROYEK JALUR LINTAS SELATAN JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Andithasari Pancaningrum
NRP : 3114 105 071
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wahyu Herijanto, MT.
2. Istiar, ST., MT.

Abstrak

Di Provinsi Jawa Timur mempunyai jaringan jalan di wilayah utara dan selatan. Pergerakan lalu lintas barang dan manusia di wilayah utara lebih cepat jika dibandingkan dengan wilayah selatan. Demi menghilangkan jenjang tersebut, kebijakan pembangunan Propinsi Jawa Timur diarahkan ke wilayah selatan melalui pembangunan jalan “Jalur Lintas Selatan (JLS)” Jawa Timur yang direncanakan sepanjang 654,67 km. Maka dari itu diperlukan perencanaan geometrik jalan yang paling efektif dan tebal perkerasan yang cukup. Dalam tugas akhir ini, jalur lintas selatan yang akan dibahas adalah ruas jalan Ds. Sobo, Kec. Panggul – Ds. Munjungan, Kec. Munjungan, dengan panjang 14364,35 meter.

Data yang digunakan hanya mencakup data sekunder dari proyek JLS (Ruas Panggul – Munjungan) yaitu data LHR, data pengujian tanah, data hidrologi, dan data topografi. Analisis data menggunakan Manual Desain Pengerasan Jalan 2013, Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota DPU Bina Marga, Perencanaan Sistem Drainase Jalan Tahun 2006, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, perhitungan analisa biaya menggunakan Standard Satuan Harga Dasar Konstruksi dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Dinas Pekerjaan Umum Kec. Munjungan, Kab. Trenggalek Tahun 2013.

Hasil perencanaan jalan Ds. Sobo-Ds. Munjungan STA 14+400 s/d 28+764,35 didapat alinemen geometrik dengan lebar jalan 7 meter dan bahu jalan 1,5 meter. Ruas ini membutuhkan lapis perkerasan AC-WC sebesar 40mm, AC Binder sebesar 60 mm, AC Base sebesar 80 mm, dan LPA sebesar 300 mm. Perencanaan saluran tepi (drainase) berbentuk trapesium menggunakan bahan dari tanah asli. Saluran tepi menggunakan lebar dasar saluran sebesar 0,2 s/d 1,5 meter dan tinggi saluran 0,52 s/d 2,37 meter. Total estimasi biaya adalah Rp 124.776.278.000 (Terbilang: seratus dua puluh empat milyar tujuh ratus tujuh puluh enam juta dua ratus tujuh puluh delapan ribu rupiah).

Kata kunci : Geometrik, JLS, Metode Bina Marga, Perencanaan, Perkerasan Lentur, RAB, Trip Assignment, Saluran Tepi Jalan.

DESIGN OF GEOMETRIC AND PAVEMENT ROAD WITH FLEXIBLE PAVEMENT, ROAD SECTIONS SOBO – MUNJUNGAN VILLAGE, JALUR LINTAS SELATAN PROJECT, EAST JAVA

Student Name : Andithasari Pancaningrum
NRP : 3114 105 071
Department : Civil Engineering FTSP-ITS
Lecturer : 1. Ir. Wahju Herijanto, MT.
2. Istiar, ST., MT.

Abstract

In East Java Province has a road network in the north and south territory. Traffic movement of goods and people in the north territory faster when compared to the south. For the sake of eliminating the levels, the development policy of East Java Province directed to the south through the construction of roads "Jalur Lintas Selatan" East Java is planned along 654,67 km. Therefore it necessary to planning the most effective geometric and pavement thickness sufficient. In this thesis, southern trails to be covered roads, sobo village, panggul district - munjungan village, munjungan district with a lenght 14364,35 m.

The data used includes only secondary data of JLS project (road section Panggul - Munjungan) that is LHR data, soil test data, hydrocogical data and topographical data. Data analysis using manual design of pavement road 2013, planning proesure geometric way inter-city DPU highways, planning drainage system road 2006, guidliness for the indonesian highway capacity 2014, the calculation of cost analysis using standart unit price base construction and analysis unit price works public work department Munjungan district, trenggalek city in 2013.

The result of road planning sobo village - munjungan village STA 14+400 till 28+764,35 geometric alignment obtained with a road width of 7 meters and 1,5 meter shoulders. This

segment requires AC-WC pavement of 40mm, AC Binder by 60mm, AC base by 80mm and LPA of 300 mm. Planning the edge channel using materials from the native island. Edge channel using the basic channel width of 0,2 till 1,5 meter high channel 0,52 till 2,37 meter. The total estimated cost is IDR 124.776.278.000 (Amount : One hundred and twenty four billion seven hundred and seventy six million and two hundred and seventy eight thousand rupiah).

Keywords: Bina Marga Method, Edge Channel, Flexible Pavement, Geometric, JLS, Planning, RAB, Trip Assignmnet.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	i
Abstrak	iii
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Perencanaan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaaat.....	4
1.6 Lokasi Studi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Klasifikasi Jalan	7
2.2 Kriteria Perencanaan	9
2.3 Bagian – Bagian Jalan	11
2.4 Jarak Pandang.....	11
2.5 Alinemen Horizontal	13
2.6 Jarak Kebebasan Samping.....	26
2.7 Pelebaran Pada Tikungan	27
2.8 Alinemen Vertikal	28
2.9 <i>Trip Assignment</i>	33
2.10 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur.....	41
2.11 Drainase.....	58
2.12 Galian dan Timbunan	66
2.13 Analisa RAB	67

BAB III METODOLOGI	69
3.1 Tahapan Penelitian	69
3.2 Perencanaan Geometrik Jalan	70
3.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur.....	70
3.4 Rencana Anggaran Biaya	71
3.5 Bagan Alir / Flow Chart Perencanaan	71
3.6 Bagan Alir / Flow Chart Perencanaan Geometrik Jalan	72
3.7 Bagan alir / Flow Chart Analisa Trip Assignment	74
3.8 Perencanaan Drainase Jalan	74
3.9 Bagan Alir / Flow Chart Perhitungan RAB.....	76
BAB IV ANALISIS DATA	79
4.1 Data Perencanaan	79
4.2 Pengolahan Data.....	83
BAB V PEMBAHASAN	103
5.1 Perencanaan Geometrik.....	103
5.2 Perencanaan Perkerasan	144
5.3 Perencanaan Drainase.....	153
5.4 Rencana Anggaran Biaya	182
BAB VI KESIMPULAN.....	215
6.1 Kesimpulan.....	215
6.2 Saran.....	216
Daftar Pustaka	219
Biodata Penulis	
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Desa Sobo – Desa Munjungan.....	5
Gambar 2.1 Lengkung Spiral – Circle - Spiral.....	21
Gambar 2.2 Diagram Superelevasi Lengkung <i>Spiral – Circle – Spiral</i>	22
Gambar 2.3 Lengkung <i>Full Circle</i>	23
Gambar 2.4 Diagram Superelevasi Lengkung <i>Full Circle</i>	24
Gambar 2.5 Lengkung Spiral – Spiral.....	25
Gambar 2.6 Diagram Superelevasi Lengkung Spiral – Spiral.....	26
Gambar 2.7 Kurva Kecepatan – Arus dan Waktu – Arus	34
Gambar 2.8 Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur	42
Gambar 2.9 to Pada Jalan Tidak Mendatar	62
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan.....	72
Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan Geometrik Jalan	73
Gambar 3.3 Diagram Alir Analisa <i>Trip Assignment</i>	74
Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan Drainase Jalan	76
Gambar 3.5 Diagram Alir Perhitungan RAB	77
Gambar 4.1 Grafik CBR di Daerah Bukit	85
Gambar 4.2 Grafik CBR di Daerah Pegunungan	85
Gambar 4.3 Jalur Jalan Eksisting dan Jalan Rencana.....	89
Gambar 5.1 Trase Rencana Jalan	103
Gambar 5.2 Dasar Perhitungan Sudut Azimuth	110
Gambar 5.3 Lengkung Alinemen Horisontal PI1	121

Gambar 5.4 Diagram Superelevasi PI1	122
Gambar 5.5 Susunan Tebal Perkerasan Lentur	153
Gambar 5.6 Penampang Saluran Kiri STA 14+400 – 14+450..	157
Gambar 5.7 Penampang Saluran Kanan STA 14+400 – 14+450	160
Gambar 5.8 Penampang Saluran Kiri STA 14+450 – 14+500..	165
Gambar 5.9 Penampang Saluran Kanan STA 14+450 – 14+500	169
Gambar 5.10 Tebal Lapisan <i>Surface</i>	190

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....	8
Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan.....	8
Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana	9
Tabel 2.4 Ekvivalen Kendaraan Ringan (ekr)	10
Tabel 2.5 Kecepatan Rencana	10
Tabel 2.6 Jarak Pandang Henti Minimum	12
Tabel 2.7 <i>Desirable Length of Spiral Curve Transition</i>	17
Tabel 2.8 <i>Minimum Radii for Design Superelevation Rates,</i> <i>Design Speeds and $e_{maks} = 10\%$</i>	20
Tabel 2.9 Kelandaian Maksimum yang Diizinkan	29
Tabel 2.10 Panjang Kritis (m)	29
Tabel 2.11 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}) Untuk Jalan Antar Kota	35
Tabel 2.12 Penyesuaian Untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan, Jalan Antar Kota	36
Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Lebar Bahu Terhadap Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Untuk Jalan Antar Kota	37
Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Akibat Kelas Fungsi Jalan Dan Tata Guna Lahan Terhadap Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Untuk Jalan Antar Kota	38
Tabel 2.15 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 2/2 TT Untuk Jalan Antar Kota	39

Tabel 2.16 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas Untuk Jalan Antar Kota	39
Tabel 2.17 Faktor Penyesuaian Akibat Pemisah Arah Untuk Jalan Antar Kota	40
Tabel 2.18 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping Untuk Jalan Antar Kota.....	40
Tabel 2.19 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar	44
Tabel 2.20 Faktor Distribusi Lajur (D_L)	44
Tabel 2.21 Pemilihan Jenis Perkerasan	46
Tabel 2.22 Desain Perkerasan Lentur – Aspal Dengan Lapis Pondasi Berbutir.....	46
Tabel 2.23 Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Untuk Berbagai- macam Klasifikasi Jalan.....	47
Tabel 2.24 Nilai Penyimpanan Normal Standar untuk Tingkat Reliabilitas Tertentu	47
Tabel 2.25 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt).48	
Tabel 2.26 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo).49	
Tabel 2.27 Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen 8,16 ton Beban As Tunggal.....	50
Tabel 2.28 Faktor Ekuivalen Beban	51
Tabel 2.29 Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	53
Tabel 2.30 Tebal Min. Lapis Permukaan Berbeton Aspal dan Lapis Pondasi Agregat.....	54
Tabel 2.31 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal	55
Tabel 2.32 Ketentuan Agregat Kasar	55

Tabel 2.33 Ukuran Nominal Agregat Kasar Penampung Dingin Untuk Campuran Aspal	56
Tabel 2.34 Ketentuan Agregat Halus	56
Tabel 2.35 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal.....	57
Tabel 2.36 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)	57
Tabel 2.37 Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material	60
Tabel 2.38 Harga Koefisien (C) dan Harga Faktor Limpasan (fk)	60
Tabel 2.39 Koefisien Hambatan (nd) Berdasarkan Kondisi Permukaan.....	62
Tabel 2.40 Nilai Y_n dan σ_n Fungsi Jumlah Data	64
Tabel 2.41 Kemiringan Talud Berdasarkan Debit.....	65
Tabel 2.42 Angka Kekasaran Manning (n)	65
Tabel 4.1 Data Lalu Lintas Tahun 2012.....	80
Tabel 4.2 Data CBR Ruas Panggul-Munjungan di Daerah Bukit80	
Tabel 4.3 Data CBR Ruas Panggul-Munjungan di Daerah Pegunungan	81
Tabel 4.4 Data Kependudukan Kabupaten Trenggalek.....	81
Tabel 4.5 Data PDRB Kabupaten Trenggalek	82
Tabel 4.6 Data PDRB Per-Kapita Kabupaten Trenggalek	82
Tabel 4.7 Data Curah Hujan Di Kab. Trenggalek	83
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Data CBR Tanah Dasar di Daerah Bukit	83

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Data CBR Tanah Dasar di Daerah Pegunungan	84
Tabel 4.10 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum	86
Tabel 4.11 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Truk.....	86
Tabel 4.12 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi.....	87
Tabel 4.13 Data Lalu Lintas Tahun 2012.....	88
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan <i>Trip Assignment</i> Dengan Metode Smock.....	91
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Volume Kendaraan yang Melewati Jalan Eksisting.....	94
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Volume Kendaraan yang Melewati Jalan Rencana.....	95
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Volume Kendaraan Per Hari yang Melewati Jalan Rencana.....	95
Tabel 4.18 Pertumbuhan Kendaraan Per Tahun.....	96
Tabel 4.19 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas.....	97
Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas Per Hari	98
Tabel 4.21 Arus Lalu Lintas (Q) Tahun 2016	99
Tabel 4.22 Arus Lalu Lintas (Q) Tahun 2036	100
Tabel 4.23 Perhitungan Data Curah Hujan.....	101
Tabel 5.1 Rekapitulasi Kemiringan Medan STA 25+850 – 28+764,35.....	104

Tabel 5.2 Rekapitulasi Kemiringan Medan STA 14+400 – 25+800.....	105
Tabel 5.3 Koordinat Titik Trase Rencana	108
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Sudut Azimuth.....	111
Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Sudut Tikungan.....	113
Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Jarak.....	115
Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Superelevasi.....	118
Tabel 5.8 Perbandingan Nilai e	119
Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horisontal	123
Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Jarak Kebebasan Samping	129
Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Pelebaran Pada Tikungan	132
Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal	136
Tabel 5.13 Faktor Ekvivalen Beban (VDF)	144
Tabel 5.14 Hasil Perhitungan CESA.....	145
Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Berat Konfigurasi Sumbu Kendaraan.....	147
Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Ekvivalen Sumbu.....	147
Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Wt	149
Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Ekvivalen Sumbu.....	150
Tabel 5.19 Hasil Perhitungan Wt	152
Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Kiri	170
Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kiri	172
Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Kanan	176
Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kanan	178

Tabel 5.24 Rekapitulasi Volume Pembersihan Lahan	183
Tabel 5.25 Rekapitulasi Volume Galian Tanah	185
Tabel 5.26 Rekapitulasi Volume Timbunan Tanah.....	187
Tabel 5.27 Harga Satuan Upah.....	193
Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan	194
Tabel 5.29 Harga Sewa Alat.....	205
Tabel 5.30 Rekapitulasi Analisis Harga Satuan Pokok Kegiatan	208
Tabel 5.31 Rekapitulasi Anggaran Biaya	214

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Jawa Timur mempunyai jaringan jalan di wilayah utara dan selatan. Keberadaan jaringan jalan diantara keduanya tidak sama baik dalam segi volume lalu lintas maupun kapasitas jalannya. Adanya jaringan jalan yang memadai di wilayah utara memberikan dampak yang sangat baik bagi perekonomian di wilayah tersebut. Pergerakan lalu lintas barang dan manusia di wilayah utara lebih cepat jika dibandingkan dengan wilayah selatan. Hasil pemetaan ekonomi diseluruh wilayah Jawa Timur, menunjukkan adanya kesenjangan pertumbuhan ekonomi yang cukup mencolok antara Jawa timur bagian utara dan bagian selatan.

Demi menghilangkan jenjang tersebut, kebijakan pembangunan Propinsi Jawa Timur diarahkan ke wilayah selatan melalui “Program Pengembangan Kawasan Selatan Jawa Timur” sebagai program prioritas yang diawali dengan pembangunan jalan “Jalur Lintas Selatan (JLS)” Jawa Timur yang melalui 8 (delapan) Kabupaten yaitu Kabupaten Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember, dan Banyuwangi. Kawasan jalur selatan memiliki potensi yang cukup menjanjikan seperti pertanian, perkebunan, kehutanan, pariwisata, pertambangan, industri, kelautan, perikanan, dan peternakan, sehingga kawasan Jawa Timur bagian selatan cukup prospektif untuk dikembangkan sebagai motor penggerak perekonomian.

Dalam pembangunan Jalur Lintas Selatan (JLS) tidak lepas dari kendala – kendala yang menghadang. Berbagai permasalahan umum yang dihadapi baik teknis maupun non teknis, seperti keterbatasan dana, keadaan topografi, pembebasan lahan, kesulitan penggunaan tanah perhutani, aksesibilitas rendah, dan yang lainnya.

Jalur Lintas Selatan merupakan jalan arteri atau jalan utama yang direncanakan sepanjang 654,67 km dengan menggunakan perkerasan lentur. Dengan adanya jalan ini, maka nantinya diharapkan akan muncul pusat-pusat pertumbuhan baru atau infrastruktur baru, seperti pelabuhan, pabrik, apartemen, hotel, dan sebagainya. Sehingga akan banyak kendaraan-kendaraan, terutama kendaraan berat yang akan melewati jalan tersebut. Maka dari itu diperlukan perencanaan geometrik jalan yang paling efektif dan tebal perkerasan yang cukup agar dapat menahan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut dan perencanaan jalan sesuai dengan umur rencana. Dalam tugas akhir ini, jalur lintas selatan yang akan dibahas adalah ruas jalan Desa Sobo, Kecamatan Panggul – Desa Munjungan, Kecamatan Munjungan, dengan panjang sekitar kurang lebih 14 km.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan berpedoman dari latar belakang tersebut, penulis ingin meninjau dalam segi teknis.

Adapun rincian permasalahan yang harus diselesaikan adalah :

1. Berapa jumlah kendaraan yang beralih menggunakan ruas jalan Ds. Sobo – Ds. Munjungan dan yang tetap menggunakan jalan lama (*trip assignment*)?
2. Bagaimana desain trase jalan dan alinemen horizontal yang sesuai dengan pedoman yang ada?
3. Bagaimana desain alinemen vertikal yang sesuai dengan pedoman yang ada?
4. Berapa tebal perkerasan jalan berdasarkan LHR dan daya dukung tanah dasar?
5. Berapa ukuran saluran tepi jalan yang dibutuhkan untuk ruas jalan Desa Sobo – Desa Munjungan?
6. Berapa besar volume galian dan timbunan yang dihasilkan?

7. Berapa rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan jalan pada ruas jalan Ds. Sobo – Ds. Munjungan?

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui jumlah kendaraan yang beralih menggunakan ruas jalan Ds. Sobo – Ds. Munjungan dan yang tetap menggunakan jalan lama (*trip assignment*).
2. Mengetahui desain trase jalan dan alinemen horizontal yang sesuai dengan pedoman yang ada.
3. Mengetahui desain alinemen vertikal yang sesuai dengan pedoman yang ada.
4. Mengetahui tebal perkerasan jalan berdasarkan LHR dan daya dukung tanah dasar.
5. Mengetahui ukuran saluran tepi jalan yang dibutuhkan untuk jalan Desa Sobo – Desa Munjungan.
6. Mengetahui volume galian dan timbunan yang dihasilkan.
7. Mengetahui rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan jalan pada ruas jalan Ds. Sobo – Ds. Munjungan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan geometrik dan perkerasan jalan ini hanya untuk ruas jalan Desa Sobo – Desa Munjungan.
2. Perkerasan yang digunakan adalah perkerasan lentur.
3. Tidak merencanakan jembatan dan persimpangan.
4. Tidak membahas survey lalu lintas secara rinci.
5. Tidak membahas pengolahan data-data tanah baik di lapangan maupun laboratorium.
6. Tidak memperhitungkan perkuatan tanah atau lereng.
7. Tidak menghitung gorong-gorong dan bangunan pelengkap lainnya.

8. Tidak membahas metode pelaksanaan di lapangan dan tidak menghitung kurva S.
9. *Trip assignment* menggunakan rumus Smock.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat menghitung jumlah kendaraan yang beralih menggunakan ruas jalan Ds. Sobo – Ds. Munjungan dan yang tetap menggunakan jalan lama (*trip assignment*).
2. Dapat merencanakan trase jalan yang paling efektif untuk ruas jalan Desa Sobo – Desa Munjungan.
3. Dapat merencanakan dan menghitung alinemen horizontal dan vertikal untuk ruas jalan Desa Sobo – Desa Munjungan.
4. Dapat menghitung dan merencanakan perkerasan jalan dengan *flexible pavement* untuk ruas jalan Desa Sobo – Desa Munjungan.
5. Dapat menghitung ukuran saluran tepi jalan yang dibutuhkan untuk ruas jalan Desa Sobo – Desa Munjungan.
6. Dapat menghitung volume galian dan timbunan yang dihasilkan dari perencanaan.
7. Dapat menghitung analisa biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan jalan pada ruas jalan Ds. Sobo – Ds. Munjungan.

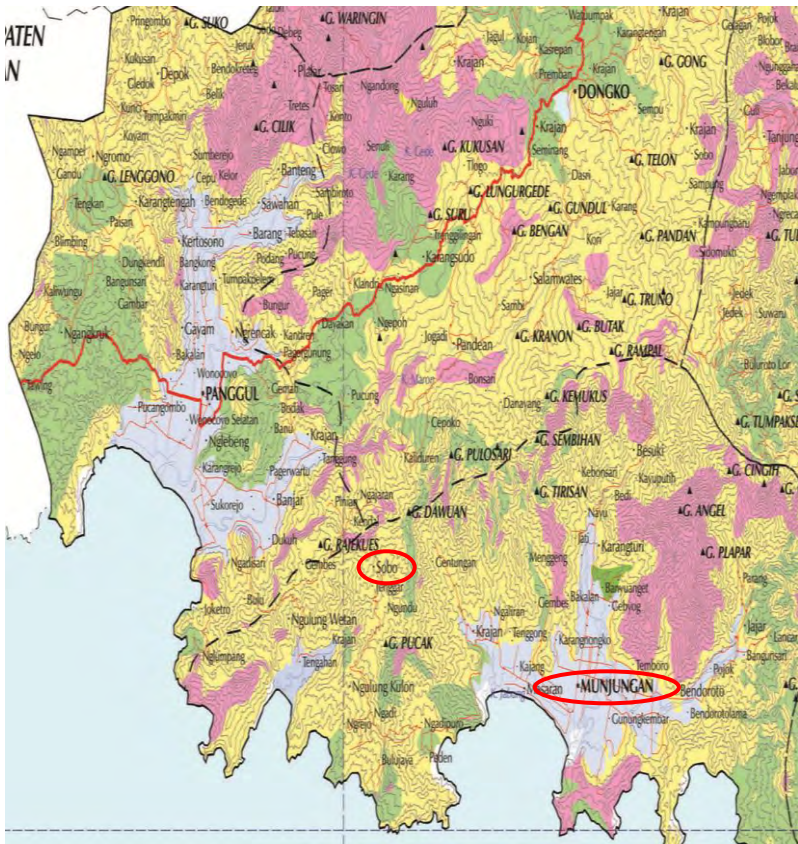
1.6 Lokasi Studi

Dalam tugas akhir ini, jalur lintas selatan yang akan dibahas adalah ruas jalan Desa Sobo - Desa Munjungan, dengan panjang sekitar kurang lebih 14 km. Desa Sobo terletak di Kecamatan Panggul, Kabupaten Trenggalek, dan Desa Munjungan terletak di Kecamatan Munjungan, Kabupaten Trenggalek. Kondisi topografi pada ruas jalan Desa Sobo – Desa Munjungan didominasi oleh daerah pegunungan dengan gunung-gunung berbatu dan kapur yang

relative kurang subur. Untuk peta lokasi Desa Sobo, Kecamatan Panggul – Desa Munjungan, Kecamatan Munjungan, Kabupaten Trenggalek dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Desa Sobo – Desa Munjungan



Gambar 1.1 Peta Lokasi Desa Sobo – Desa Munjungan
(Lanjutan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan

Jalan merupakan penghubung darat bagi lalu lintas kendaraan maupun pejalan kaki. Oleh karena itu dalam perencanaan jalan raya, bentuk geometriknya harus ditentukan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas dengan fungsinya.

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga (1997), klasifikasi jalan dibagi menjadi 4 (empat), yaitu :

1. Klasifikasi menurut fungsi jalan :
 - a. Jalan Arteri : Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
 - b. Jalan Kolektor : Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - c. Jalan Lokal : Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
2. Klasifikasi menurut kelas jalan :
 - a. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.
 - b. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (MST) (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	

Sumber : Pasal 11, PP. No.43/1993

3. Klasifikasi menurut medan jalan
 - a. Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.
 - b. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Perbukitan	B	3 – 25
3	Pegunungan	G	>25

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga 1997

- c. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.
4. Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan
 Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.26/1985 adalah Jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.

2.2 Kriteria Perencanaan

1. Kendaraan rencana

- a. Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik.
- b. Kendaraan rencana dikelompokkan ke dalam 3 kategori, yaitu :
 - Kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang;
 - Kendaraan sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as;
 - Kendaraan besar, diwakili oleh truk-semi-trailer.
- c. Dimensi dasar untuk masing-masing kategori kendaraan rencana ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori Kend. Rencana	Dimensi Kend. (cm)			Tonjolan (cm)	
	T	L	P	Depan	Belakang
Kend. Kecil	130	210	580	90	150
Kend. Sedang	410	260	1210	210	240
Kend. Besar	410	260	2100	120	90

Kategori Kend. Rencana	Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Min	Maks	
Kend. Kecil	420	730	780
Kend. Sedang	740	1280	1410
Kend. Besar	290	1400	1370

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga 1997

2. Satuan Kendaraan Ringan (SKR)

- a. SKR adalah satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi

kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan ekr.

- b. Untuk jenis - jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya dapat dilihat dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Ekvivalen Kendaraan Ringan (ekr)

Tabel 13. Ekr untuk jalan 2/2TT							
Tipe alinemen	Arus total (kend./-jam)	Ekr					
		KBM	BB	TB	SM		
					Lebar jalur lalu lintas(m)		
					< 6m	6 - 8m	> 8m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

3. Kecepatan rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Besarnya kecepatan rencana tergantung pada kelas jalan dan kondisi medan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kecepatan Rencana

Fungsi	Kecepatan Rencana, Vr (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga 1997

2.3 Bagian – Bagian Jalan

Dalam UU jalan No. 382004, *cross section* jalan meliputi 3 (tiga) bagian yang tak terpisahkan, yaitu:

1. Daerah Manfaat Jalan
Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA) dibatasi oleh :
 - a. Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan,
 - b. Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan
 - c. Kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.
2. Daerah Milik Jalan
Ruang Daerah Milik Jalan (Damija) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter.
3. Daerah Pengawasan Jalan
 - a. Ruang Daerah Pengawasan Jalan (Dawasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar Damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut :
 - Jalan Arteri minimum 20 meter,
 - Jalan Kolektor minimum 15 meter,
 - Jalan Lokal minimum 10 meter.
 - b. Untuk keselamatan pemakai jalan, Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

2.4 Jarak Pandang

1. Jarak pandang henti minimum adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang bergerak setelah melihat adanya rintangan pada lajur yang dilaluinya. Besarnya jarak pandangan henti minimum sangat tergantung pada kecepatan rencana jalan.

- a. Rumus umum jarak pandangan henti minimum (Sukirman, 1994) adalah sebagai berikut:

$$d = 0.278V.t + \frac{V^2}{254f_m} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

f_m : koefisien gesekan antara ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan

V : kecepatan kendaraan (km/jam)

t : waktu reaksi = 2.5 detik

- b. Untuk jalan dengan kelandaian, besarnya jarak pandang henti minimum (Sukirman, 1994) adalah sebagai berikut:

$$d = 0.278V.t + \frac{V^2}{254(f \pm L)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

L : besarnya landai jalan dalam desimal

$+$: untuk pendakian

$-$: untuk penurunan

Jarak pandang henti minimum dapat ditentukan berdasarkan kecepatan rencana seperti disajikan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Jarak Pandang Henti Minimum

V_R , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J_h minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga 1997

2. Jarak pandang menyiap adalah jarak minimum di depan kendaraan yang direncanakan harus dapat dilihat pengemudi agar proses menyiap (mendahului) kendaraan di depannya dapat dilakukan tanpa terjadi tabrakan dengan kendaraan dari arah yang berlawanan.

Besarnya jarak menyiap standar adalah sebagai berikut:

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

$$d_1 = 0.278t_1 \left(V - m + \frac{at_1}{2} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$d_2 = 0.278Vt_2 \dots\dots\dots(2.5)$$

$$d_3 = 30 \text{ s.d } 100\text{m} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$d_4 = 2/3 * d_2 \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

t_1 = waktu reaksi yang besarnya tergantung pada kecepatan yang sesuai dengan persamaan $t_1=2.12+0.026V$

t_2 = waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $t_2=6.56+0.048V$

m = perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang disiap= 15km/jam

V = kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap, dalam perhitungan dapat dianggap sama dengan kecepatan rencana, km/jam

a = percepatan rata-rata yang besarnya tergantung pada kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $a=2.052+0.0036V$.

2.5 Alinemen Horizontal

1. Pengertian umum

Alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan tegak lurus bidang horizontal dan terdiri dari garis lurus dan garis lengkung (disebut juga tikungan).

2. Dasar-dasar perencanaan alinemen horizontal

Dasar perencanaan alinemen horizontal adalah sebagai berikut :

- a. Hubungan antara kecepatan (V), jari-jari tikungan (R), kemiringan melintang/superelevasi (e), dan gaya gesek samping antara ban dan permukaan jalan (f), didapat dari hukum mekanika $F = m \times a$ (Hukum Newton II).
- b. Gaya sentrifugal yang terjadi saat kendaraan bergerak di tikungan, dengan persamaan $F = \frac{G V^2}{g R}$

dimana G = berat kendaraan dan g = percepatan gravitasi.

- c. Superelevasi
 - Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan V_R .
 - Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 10%.
- d. Jari – jari tikungan
Jari - jari tikungan minimum (R_{min}) ditetapkan sebagai berikut:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e + fm)} \dots\dots\dots(2.8)$$

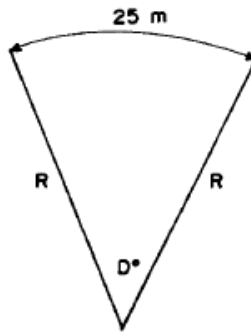
Dimana: R_{min} = jari-jari lengkung minimum (m)

V = kecepatan rencana (km/ jam)

E = kemiringan tikungan (%)

fm = koefisien gesekan melintang

- e. Derajat kelengkungan (D)
Derajat kelengkungan adalah sudut yang dibentuk oleh busur lingkaran sepanjang 25 m (atau 100 ft), terhadap pusat lingkarannya. Hubungan jari-jari (R) dan derajat kelengkungan (D) untuk satuan meter adalah :



Ini berarti :

$$D = \frac{25}{2\pi R} \times 360^\circ \quad \dots(2.9)$$

$$D = \frac{1432,39}{R} \quad \dots(2.10)$$

R dalam m

f. Lengkung peralihan

- Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari tetap R; berfungsi mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.
- Panjang lengkung peralihan (L) ditetapkan atas pertimbangan bahwa:
 - Lama waktu perjalanan di lengkung peralihan perlu dibatasi untuk menghindari kesan perubahan alinemen yang mendadak, ditetapkan 3 detik (pada kecepatan V_R);
 - Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman; dan
 - Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (re) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh

melampaui re-max yang ditetapkan sebagai berikut:

untuk $V_R \leq 70$ km/jam, re-max = 0.035 m/m/detik,

untuk $V_R \geq 80$ km/jam, re-max = 0.025 m/m/detik.

- L_s ditentukan dari 3 rumus di bawah ini dan diambil nilai yang terbesar:
 - Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan,

$$L_s = \frac{V_R}{3.6} T \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana: T = waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik.

V_R = kecepatan rencana (km/jam).

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0.022 \frac{V_R^3}{R C} - 2,727 \frac{V_R e}{C} \dots(2.12)$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) V_R}{3,6 r_e} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana: V_R = kecepatan rencana (km/jam),

e_m = superelevasi maximum,

e_n = superelevasi normal,

r_e = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan (m/m/detik).

L_s juga ditentukan berdasarkan tabel AASHTO 2011 seperti pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 *Desirable Length of Spiral Curve Transition*

Metric	
Design Speed (km/h)	Spiral Length (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33
70	39
80	44
90	50
100	56
110	61
120	67
130	72

Sumber : *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO 2011*

g. Pencapaian superelevasi

- Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung.
- Pada tikungan **SCS**, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan (**TS**) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan (**SC**).
- Pada tikungan **FC**, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bagian lurus sepanjang $\frac{2}{3} L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $\frac{1}{3}$ bagian panjang L_s .

- Pada tikungan S-S, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral.
- Berdasarkan metode AASHTO 2004, perhitungan nilai superelevasi adalah sebagai berikut:

$$e = (e + f) - f(D) \dots\dots\dots(2.14)$$

$$(e + f) = (e_{maks} + f_{maks}) \times \frac{D}{D_{maks}} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$f_{maks} = -0.00065 * V_D + 0.192$$

→ untuk $V_D < 80$ km/jam(2.16)

$$f_{maks} = -0.00125 * V_D + 0.24$$

→ untuk $V_D > 80$ km/jam(2.17)

$$D = \frac{1432.39}{R} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_D^2} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$f_1 = M_o * \left(\frac{D}{D_p} \right)^2 + D * \operatorname{tg} \alpha_1 \rightarrow D < D_p \dots\dots\dots(2.20)$$

$$f_2 = M_o * \left(\frac{D_{maks} - D}{D_{maks} - D_p} \right)^2 + h + (D - D_p) * \operatorname{tg} \alpha_2$$

→ $D > D_p$ (2.21)

$$M_o = D_p * (D_{maks} - D_p) * \frac{\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1}{2 D_{maks}}$$

.....(2.22)

$$D_p = \frac{181913.53 * e_{maks}}{V_R^2} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$V_R = (80 \% \quad s / d \quad 90 \%) * V_D \dots\dots\dots(2.24)$$

$$tg \alpha_1 = \frac{h}{D_p} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$tg \alpha_2 = \frac{f_{maks} - h}{D_{maks} - D_p} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$h = e_{maks} * \frac{V_D^2}{V_R^2} - e_{maks} \dots\dots\dots(2.27)$$

- Berdasarkan metode AASHTO 2011, nilai superelevasi ditunjukkan dalam Tabel 2.8.

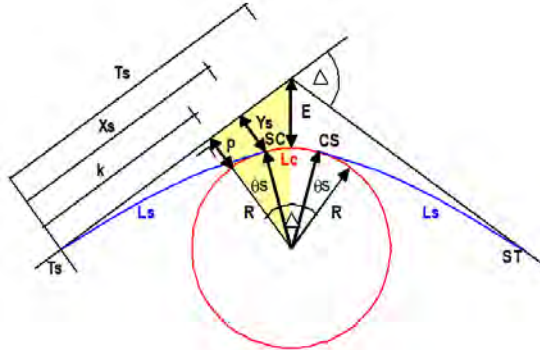
Table 2.8 *Minimum Radii for Design Superelevation Rates, Design Speeds and $e_{maks} = 10\%$*

e (%)	Metric											
	V _d = 20	V _d = 30	V _d = 40	V _d = 50	V _d = 60	V _d = 70	V _d = 80	V _d = 90	V _d = 100	V _d = 110	V _d = 120	V _d = 130
	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)	km/h R (m)
NC	197	454	790	1110	1520	2000	2480	3010	3690	4250	4960	5410
RC	145	333	560	815	1120	1480	1840	2230	2740	3180	3700	4050
2.2	130	300	522	735	1020	1340	1660	2020	2480	2860	3360	3680
2.4	118	272	474	669	920	1220	1520	1840	2260	2620	3070	3370
2.6	108	249	434	612	844	1120	1390	1700	2080	2430	2830	3110
2.8	99	229	399	564	778	1050	1290	1570	1920	2230	2620	2880
3.0	91	211	368	522	720	952	1190	1460	1790	2070	2440	2690
3.2	85	196	342	485	670	887	1110	1360	1670	1940	2280	2520
3.4	79	182	318	453	626	829	1040	1270	1560	1820	2140	2370
3.6	73	170	297	424	586	777	974	1200	1470	1710	2020	2230
3.8	68	159	278	398	551	731	917	1130	1390	1610	1910	2120
4.0	64	149	261	374	519	690	866	1060	1310	1530	1810	2010
4.2	60	140	243	353	490	652	820	1010	1240	1450	1720	1910
4.4	56	132	231	333	464	617	777	953	1180	1380	1640	1820
4.6	53	124	218	315	439	586	738	907	1120	1310	1560	1740
4.8	50	117	206	299	417	557	705	864	1070	1250	1490	1670
5.0	47	111	194	283	398	530	670	824	1020	1200	1430	1600
5.2	44	104	184	260	377	505	640	788	975	1150	1370	1540
5.4	41	98	174	236	359	482	611	754	934	1100	1320	1480
5.6	39	93	164	213	343	461	585	723	896	1060	1270	1420
5.8	36	88	155	232	327	441	561	693	860	1020	1220	1370
6.0	33	82	146	221	312	422	538	666	827	976	1180	1330
6.2	31	77	138	210	298	404	516	640	795	941	1140	1280
6.4	28	72	130	200	283	387	496	616	766	907	1100	1240
6.6	26	67	121	191	273	372	476	593	738	876	1060	1200
6.8	24	62	114	181	261	357	458	571	712	846	1030	1170
7.0	22	58	107	172	249	342	441	551	688	819	993	1130
7.2	21	55	101	164	238	329	425	532	664	792	965	1100
7.4	20	51	95	156	228	315	400	513	642	767	934	1070
7.6	18	48	90	148	218	303	394	496	621	743	907	1040
7.8	17	45	85	141	208	291	380	479	601	721	882	1010
8.0	16	43	80	135	199	279	366	463	582	699	857	981
8.2	15	40	76	128	190	268	353	448	564	679	834	956
8.4	14	38	72	122	182	257	339	432	546	660	812	932
8.6	14	36	68	118	174	246	328	417	528	641	790	910
8.8	13	34	64	110	166	236	313	402	509	621	770	888
9.0	12	32	61	105	158	225	300	386	491	602	751	867

Sumber : A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO 2011

▪ Jenis tikungan *Spiral – Circle – Spiral* (SCS)

Lengkung *spiral – circle – spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c > 25$ meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Lengkung Spiral – Circle - Spiral

Parameter lengkung spiral – circle – spiral :

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \theta_s) * \pi R}{180} \dots\dots\dots(2.29)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 R} - R (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.30)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R * \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.31)$$

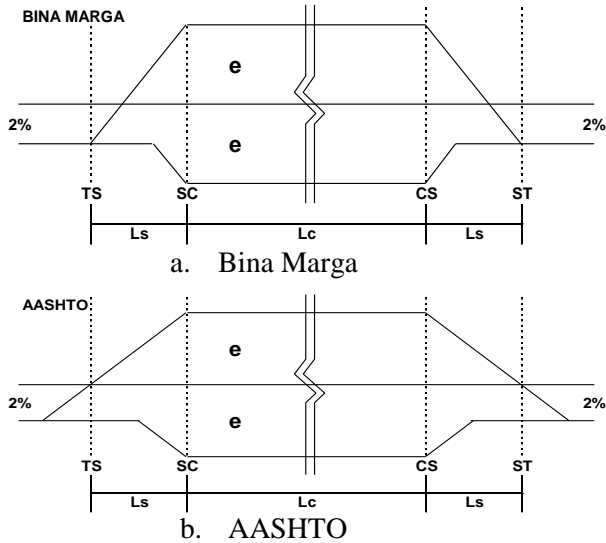
$$T_s = (R + p) * \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \dots\dots\dots(2.32)$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \dots\dots\dots(2.33)$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 * R^2} \right) \dots\dots\dots(2.34)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 * R} \dots\dots\dots(2.35)$$

Bentuk diagram super-elevasi dapat dilihat pada Gambar 2.2.

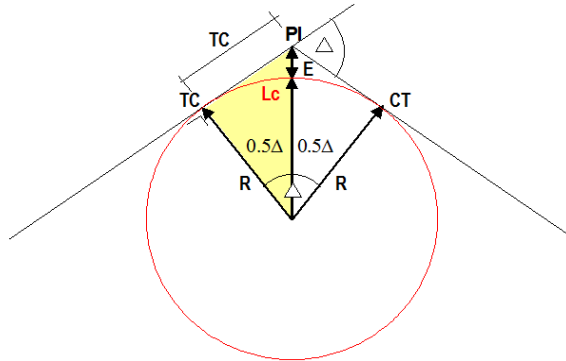


Gambar 2.2 Diagram Superelevasi Lengkung
Spiral – Circle – Spiral

▪ Jenis tikungan *Full Circle* (FC)

Lengkung *full circle* pada umumnya hanya dapat digunakan jika jari-jari tikungan R yang direncanakan besar dan nilai superelevasi e lebih

kecil dari 3%. Bentuk lengkung dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Lengkung *Full Circle*

Parameter lengkung full circle :

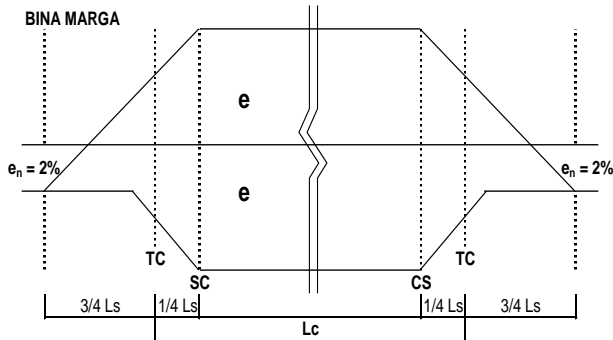
$$Tc = R * tg \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \dots\dots\dots(2.36)$$

$$E = \frac{R}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \dots\dots\dots(2.37)$$

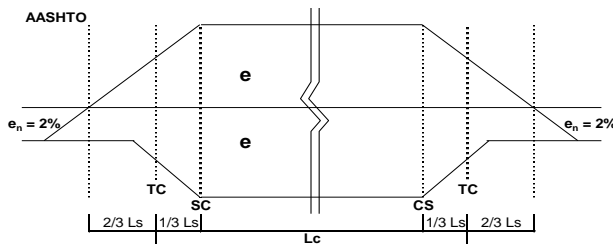
$$Lc = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) * R \dots\dots\dots(2.38)$$

Berdasarkan rumusan diatas, tidak dijumpai adanya panjang lengkung peralihan. Padahal lengkung tersebut sangat penting pada alinemen horisontal. Karena bentuk lengkungnya adalah *full circle*, maka pencapaian superelevasi dilakukan pada bagian lurus dan lengkung. Sehingga lengkung peralihan pada lengkung *full circle* sering disebut panjang lengkung peralihan fiktif. Bina Marga menetapkan 3/4 Ls berada pada bagian lurus

sisinya pada bagian lengkung. Sedangkan AASHTO menetapkan $2/3 L_s$ pada bagian lurus sisinya pada bagian lengkung. Bentuk diagram superelevasi *full circle* dengan as jalan sebagai sumbu putar dapat dilihat pada Gambar 2.4.



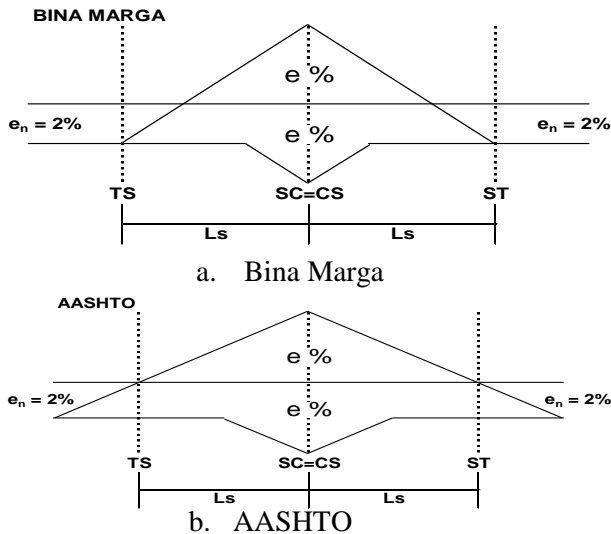
a. Bina Marga



b. AASHTO

Gambar 2.4 Diagram Superelevasi Lengkung *Full Circle*

- Jenis tikungan *Spiral – Spiral* (SS)
Lengkung *spiral – spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang



Gambar 2.6 Diagram Superelevasi Lengkung Spiral – Spiral

2.6 Jarak Kebebasan Samping

Pada saat kendaraan melintasi alinemen horisontal tentu membutuhkan kebebasan pandangan, apakah pandangan itu untuk melihat rintangan di depannya ataukah pandangan untuk mendahului kendaraan yang ada di depannya. Kebebasan samping ini dibutuhkan jika pada arah dalam lengkung horisontal terdapat rintangan yang menghalangi pandangan pengemudi kendaraan. Besarnya jarak kebebasan samping seperti yang terlihat pada persamaan berikut.

1. Jika jarak pandangan (S) lebih kecil daripada panjang total lengkung (L_t)

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28.65 S}{R'} \right) \right] \dots \dots \dots (2.44)$$

dimana :

E = kebebasan samping, m

R = jari-jari tikungan, m

- R' = jari-jari sumbu lajur dalam, m
 S = jarak pandangan, m
 L_t = panjang total lengkung, m

2. Jika jarak pandangan (S) lebih besar daripada panjang total lengkung (L_t)

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28.65 S}{R'} \right) \right] + \left[\frac{S - L_t}{2} \times \sin \left(\frac{28.65 S}{R'} \right) \right] \dots\dots\dots(2.45)$$

2.7 Pelebaran Pada Tikungan

Seringkali dirasakan bagi pengguna jalan yang melalui sebuah tikungan akan mengalami kesulitan dalam mempertahankan lintasannya. Hal ini dikarenakan :

1. Pada saat kendaraan membelok seringkali lintasan roda belakang keluar lajur yang disediakan (*off tracking*)
2. Lintasan roda depan dengan belakang tidak sama.

Besarnya pelebaran untuk sebuah tikungan dapat dicari dengan persamaan matematis berikut :

$$\omega = W_c - W_n \dots\dots\dots(2.46)$$

$$W_c = N (U + C) + (N - 1) F_a + Z \dots\dots\dots(2.47)$$

Dimana :

N = jumlah lajur

C = *clearance*

= 2 untuk lebar jalan 20 ft

= 2.5 untuk lebar jalan 22 ft

= 3 untuk lebar jalan 24 ft

F_a = lebar *front overhang*

Z = tambahan lebar karena kesulitan mengemudi

U = lebar lintasan roda pada tikungan, (dari lintasan roda terluar ke roda terluar)

$$U = \mu + R - \sqrt{R^2 - L^2} \dots\dots\dots(2.48)$$

$$Fa = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \dots\dots\dots(2.49)$$

$$Z = \frac{V}{\sqrt{R}} \dots\dots\dots(2.50)$$

Dimana :

μ = lebar lintasan roda pada jalan lurus (dari lintasan roda terluar ke roda terluar)

R = jari-jari tikungan jalan

L = jarak roda depan dengan belakang

A = *front overhang*

Z = lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi di tikungan

2.8 Alinemen Vertikal

1. Pengertian umum

- a. Alinemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal.
- b. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar).
- c. Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

2. Landai maksimum

- a. Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.
- b. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.
- c. Kelandaian maksimum untuk berbagai V_R ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Kelandaian Maksimum yang Diizinkan

V_R (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian Maks (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga 1997

3. Landai minimum

Pada jalan yang menggunakan kerb pada tepi perkerasannya, perlu dibuat kelandaian minimum 0,5% untuk keperluan kemiringan saluran samping, karena kemiringan melintang jalan dengan kerb hanya cukup untuk mengalirkan air ke samping.

4. Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_R . Lama perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit. Panjang kritis dapat ditetapkan dari Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Panjang Kritis (m)

Kec. Pada Awal Tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga 1997

5. Lengkung vertikal

- a. Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan :

- Mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian; dan
- Menyediakan jarak pandang henti.

b. Lengkung vertikal cembung

Perencanaan lengkung vertikal cembung didasarkan pada dua kondisi, yaitu:

- Jarak pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$)

Jika JPH, maka menggunakan formula:

$$L = \frac{AS^2}{399} \dots\dots\dots(2.51)$$

Jika JPM, maka menggunakan formula:

$$L = \frac{AS^2}{960} \dots\dots\dots(2.52)$$

- Lengkung berada di dalam jarak pandangan ($S > L$)

Jika JPH, maka menggunakan formula:

$$L = 2S - \frac{399}{A} \dots\dots\dots(2.53)$$

Jika JPM, maka menggunakan formula:

$$L = 2S - \frac{960}{A} \dots\dots\dots(2.54)$$

c. Lengkung vertikal cekung

Secara umum, lengkung vertikal cekung dibagi menjadi dua macam, yaitu:

- Lengkung vertikal berdasarkan jarak penyinaran lampu ($S < L$)

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \dots\dots\dots(2.55)$$

- Lengkung vertikal berdasarkan jarak penyinaran lampu ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{120 + 3.5S}{A} \dots\dots\dots(2.56)$$

d. Bentuk visual

Untuk mengurangi ketidaknyamanan pengemudi akibat adanya gaya sentrifugal dan gravitasi, maka panjang lengkung vertikal cekung tidak boleh kurang dari nilai L berikut:

$$L = \frac{AV^2}{380} \dots\dots\dots(2.57)$$

e. Kenyamanan mengemudi

Untuk menghindari terlalu pendeknya panjang lengkung vertikal akibat perbedaan kelandaian yang terlalu kecil, maka panjang lengkung vertikal cekung disyaratkan minimal dapat ditempuh dalam 3 detik dengan menggunakan kecepatan rencana (≥ 3 detik perjalanan)

f. Koreksi terhadap drainase

$$L \leq 50A \dots\dots\dots(2.58)$$

6. Lajur pendakian

- Lajur pendakian dimaksudkan untuk menampung truk-truk yang bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan lebih lambat dari kendaraan kendaraan lain pada umumnya, agar kendaraan kendaraan lain dapat mendahului kendaraan lambat tersebut tanpa harus berpindah lajur atau menggunakan lajur arah berlawanan.
- Lajur pendakian harus disediakan pada ruas jalan yang mempunyai kelandaian yang besar, menerus, dan volume lalu lintas relatif padat.

- c. Penempatan lajur pendakian harus dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Disediakan pada jalan arteri atau kolektor,
 - Apabila panjang kritis terlampaui, jalan memiliki VLHR > 15.000 smp/hari, dan persentase truk $> 15\%$.
- d. Lebar lajur pendakian sama dengan lebar lajur rencana.
- e. Lajur pendakian dimulai 30 meter dari awal perubahan kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter dan berakhir 50 meter sesudah puncak kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter.
- f. Jarak minimum antara 2 lajur pendakian adalah 1,5 km.

7. Koordinasi alinemen

- a. Alinemen vertikal, alinemen horizontal, dan potongan melintang jalan adalah elemen elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukanantisipasi lebih awal.
- b. Koordinasi alinemen vertikal dan alinemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - Alinemen horizontal sebaiknya berimpit dengan alinemen vertikal, dan secara ideal alinemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinemen vertikal;

- Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan;
- Lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan;
- Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan; dan
- Tikungan yang tajam di antara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

2.9 *Trip Assignment*

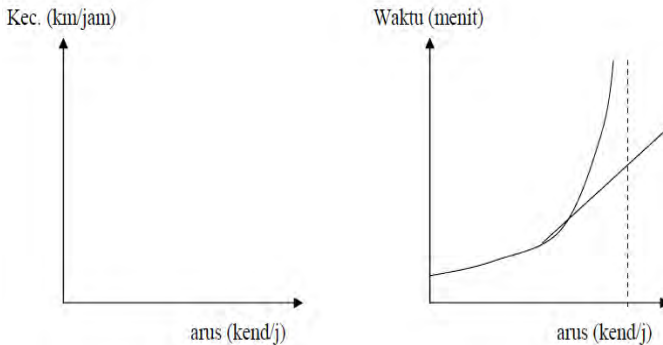
1. Umum

Menurut buku Perencanaan dan Pemodelan Transportasi (2000), *Trip assignment* atau pemilihan rute adalah menentukan faktor yang mempengaruhi pemilihan rute dari setiap zona asal ke setiap zona tujuan. Pemilihan rute merupakan salah satu dalam model perencanaan transportasi empat tahap. Pemilihan rute didasarkan pada perbandingan karakteristik operasional setiap alternatif rute untuk setiap moda transportasi yang tersedia.

Tujuan *trip assignment* adalah untuk mendapatkan arus di ruas jalan dan/atau total perjalanan di dalam jaringan yang ditinjau.

2. Kurva kecepatan – arus dan biaya – arus

Hubungan kecepatan – arus sangat sering digunakan dalam rekayasa lalu lintas. Kurva kecepatan – arus dan waktu – arus dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kurva Kecepatan – Arus dan Waktu – Arus

Arus lalu lintas meningkat → kecepatan cenderung menurun secara perlahan.

Arus mendekati kapasitas → penurunan kecepatan semakin besar.

Model pemilihan rute yang mempertimbangkan kemacetan memerlukan beberapa persamaan (fungsi) yang cocok untuk menghubungkan atribut suatu ruas jalan seperti kapasitas dan kecepatan arus bebas serta arus lalu lintas dengan kecepatan dan biaya yang dihasilkan. Kurva hubungan biaya-arus yang digunakan dalam perhitungan yaitu rumus Smock (1962) sebagai berikut :

$$t = t_0 \cdot \exp(V/C) \dots\dots\dots(2.59)$$

Dimana :

t = waktu tempuh per satuan jarak

t_0 = *travel time* per satuan jarak saat *free flow* (kondisi arus bebas)

C = kapasitas ruas pada kondisi jenuh

3. Analisa kecepatan arus bebas

Untuk jalan tak terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalu lintas. Analisa penentuan kecepatan arus bebas dihitung dengan rumus:

$$V_B = (V_{BD} + FV_{BL}) \times FV_{HS} \times FV_{KFJ} \dots \dots \dots (2.60)$$

Dimana:

V_B = Kecepatan arus bebas

V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar (KR)

V_{BL} = Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas

FV_{HS} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

FV_{KFJ} = Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan

- Kecepatan arus bebas dasar (VBD)

Kecepatan arus bebas dasar ditunjukkan pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})
Untuk Jalan Antar Kota

Tipe jalan/ Tipe alinemen/ (Kelas jarak pandang)	Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)				
	KR	KBM	BB	TB	SM
Enam-lajur terbagi					
- Datar	83	67	86	64	64
- Bukit	71	56	68	52	58
- Gunung	62	45	55	40	55
Empat-lajur terbagi					
- Datar	78	65		62	64
- Bukit	68	55	81	51	58
- Gunung	60	44	53	39	55
Empat-lajur tak terbagi					
- Datar	74	63	78	60	60
- Bukit	66	54	65	50	56
- Gunung	58	43	52	39	53
Dua-lajur tak terbagi					
- Datar	68	60	73	58	55
- " " KJP:A	65	57	69	55	54
- " " KJP:B	61	54	63	52	53
- " " KJP:C	61	52	62	49	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

Catatan: KJP – Kelas Jarak Pandang

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

- Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas (V_{BL})

Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas berdasarkan lebar jalur lalu lintas efektif (W_e) ditunjukkan dalam Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Penyesuaian Untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan, Jalan Antar Kota

Tipe jalan	Lebar lajur efektif (L_{Le}) (m)	FV_w (km/jam)		
		Datar: KJP= A,B	Bukit : KJP=A,B,C Datar : KJP=C	Gunung
4/2T dan 6/2T	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
4/2TT	3,75	2	2	2
	Per lajur			
	3,00	-3	-2	-1
	3,25	-1	-1	-1
2/2TT	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
	Total			
	5	-11	-9	-7
2/2TT	6	-3	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
	11	3	3	2

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

- Faktor penyesuaian kecepatan akibat hambatan samping (FV_{HS})

Faktor penyesuaian untuk hambatan samping berdasarkan lebar bahu efektif sesungguhnya dan tingkat hambatan samping ditunjukkan dalam Tabel 2.13.

Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Lebar Bahu Terhadap Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Untuk Jalan Antar Kota

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (KHS)	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif L_{se} (m)			
		$\leq 0,5m$	1,0 m	1,5m	$\geq 2m$
4/2T	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat Tinggi	0,86	0,87	0,89	0,86
4/2TT	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95
2/2TT	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat Tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

- Faktor penyesuaian kecepatan kelas fungsi jalan (FV_{KFJ})

Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan tata guna lahan terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan ditunjukkan dalam Tabel 2.14.

Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Akibat Kelas Fungsi Jalan Dan Tata Guna Lahan Terhadap Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Untuk Jalan Antar Kota

Tipe Jalan	Fungsi Jalan	$FV_{B,KFJ}$				
		Pengembangan sampling jalan				
		0%	25%	50%	75%	100%
4/2T	Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
	Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
	Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
4/2TT	Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945
	Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915
	Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895
2/2TT	Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
	Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
	Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

4. Analisa Kapasitas

Untuk jalan tak terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalu lintas. Untuk menentukan kapasitas menggunakan formula:

$$C = C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \text{ (skr/jam)} \dots\dots\dots(2.61)$$

Dimana:

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar

FC_L = Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur

FC_{PA} = Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah

FC_{HS} = Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan sampling

- Kapasitas dasar (C_0)

Tabel 2.15 menunjukkan kapasitas dasar sesuai dengan tipe jalan dan tipe alinemen.

Tabel 2.15 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 2/2 TT
Untuk Jalan Antar Kota

Tipe Jalan	Tipe alinemen	Kapasitas dasar total kedua arah (smp/jam)
2/2TT	Datar	3100
	Bukit	3000
	Gunung	2900

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

- Faktor penyesuaian kapasitas terhadap lebar jalur lalu lintas (F_{CL})

Tabel 2.16 menunjukkan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas.

Tabel 2.16 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat
Lebar Jalur Lalu Lintas Untuk Jalan
Antar Kota

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (L_{LE}), m	FC_{L_i}
4/2T & 6/2T	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
4/2TT	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
2/2TT	5,00	0,69
	6,00	0,91
	7,00	1,00
	8,00	1,08
	9,00	1,15
	10,0	1,21
	11,0	1,27

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

- Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{PA})

Tabel 2.17 menunjukkan faktor penyesuaian akibat pemisah arah.

Tabel 2.17 Faktor Penyesuaian Akibat Pemisah Arah Untuk Jalan Antar Kota

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{SP}	Dua lajur: 2L2A	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur: 4L2A	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

- Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping

Tabel 2.18 menunjukkan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping.

Tabel 2.18 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping Untuk Jalan Antar Kota

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC _{HS})			
		Lebar bahu efektif L _{SE} , m			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2T	Sangat rendah	0,99	1,00	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,90	0,93	0,96
	Sangat rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
2/2TT & 4/2TT	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat Tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

5. Derajat kejenuhan (Dj)

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Dj = Q/C(2.62)

Dimana :
 D_j = derajat kejenuhan
 Q = arus lalu lintas (skr/jam)
 C = kapasitas (skr/jam)

2.10 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

1. Jenis struktur perkerasan

Jenis struktur perkerasan yang diterapkan dalam desain struktur perkerasan baru terdiri atas:

- Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli
- Struktur perkerasan pada timbunan
- Struktur perkerasan pada galian

Konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat) pada Permukaan Tanah Asli (At Grade)



Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat) pada Timbunan



Gambar 2.8 Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan
Lentur

*Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor
02/M/BM/2013*

2. Umur rencana

Umur Rencana adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan besar atau perlu diberi lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*) berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 adalah 20 sampai 40 tahun.

3. Lalu lintas harian rata-rata

Volume lalu lintas harian rata-rata ini merupakan jumlah kendaraan untuk masing-masing jenisnya. Secara umum jenis kendaraan yang berpengaruh terhadap tebal perkerasan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

- Truk atau kendaraan barang
- Bus atau angkutan penumpang umum.
- Mobil atau kendaraan pribadi.

Data jumlah kendaraan tersebut dapat diketahui melalui survey *traffic counting* (survey perhitungan jumlah kendaraan dengan menggunakan alat counter yang biasanya dilakukan selama 24 jam).

Berdasarkan hasil survey tersebut, jumlah kendaraan dipisah berdasarkan masing-masing jenis dan tipe

kendaraan seperti tersebut di atas. Data tersebut merupakan data kendaraan saat ini, padahal pada saat perencanaan diperlukan jumlah kendaraan sampai umur rencana. Untuk memperkirakan jumlah kendaraan tersebut dipakai perumusan pertumbuhan sebagai berikut:
 $F = P(1+i)^n$ (2.63)

Dimana:

- F : jumlah kendaraan pada saat umur rencana
- P : jumlah kendaraan saat ini
- i : faktor pertumbuhan
- n : umur rencana

4. Kondisi tanah dasar

Disamping kondisi lalu lintas maka kondisi tanah dasar (*sub grade*) juga sangat mempengaruhi perhitungan tebal perkerasan. Kondisi tanah dasar yang dimaksud adalah daya dukung dari tanah dasar. Ukuran untuk menghitung daya dukung tanah dasar konstruksi jalan adalah hasil dari *test California Bearing Ratio* (CBR). *California Bearing Ratio* ialah suatu jenis test untuk mengukur daya dukung/ kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan dengan mencari besarnya gaya yang diperlukan untuk menekan piston kepermukaan tanah sedalam 0,1 inch (atau juga 0,2 inch). Harga CBR dapat dicari dengan dua cara yaitu langsung dari lapangan dan dari laboratorium. Modulus resilien (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index.

$$M_R \text{ (psi)} = 1500 \times \text{CBR} \text{(2.64)}$$

5. Perkiraan faktor ekivalen beban (*Vehicle Damage Factor*)

Nilai rata-rata faktor ekivalen beban (VDF) untuk setiap kendaraan niaga ditunjukkan pada Tabel 2.19.

Tabel 2.19 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan ² yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF ₁ Pangkat ¹	VDF ₂ Pangkat ³
1	1	sepeda motor	1.1		2	30,4			
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / pickup / station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu-cargopongan	1.1	muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu-ringan	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu-cargo sedang	1.2	muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu-sedang	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			1,8	1,7
6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu-besar	1.2	muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu-besar	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
7a1	9.1	Truk 3 sumbu-ringan	1.22	muatan umum	3	3,9	5,60	7,8	11,2
7a2	9.2	Truk 3 sumbu-sedang	1.22	tanah, pasir, besi, semen	3			28,1	64,9
7a3	9.3	Truk 3 sumbu-besar	1.1.2		3	0,1	0,10	26,9	62,2
7b	10	Truk 2 sumbu + trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Truk 4 sumbu-trailer	1.2-2.2		4	0,3	0,30	13,6	29,0
7c2.1	12	Truk 5 sumbu-trailer	1.22-2.2		5	0,7	1,00	19,0	33,2
7c2.2	13	Truk 5 sumbu-trailer	1.2-2.22		5			30,3	69,7
7c3	14	Truk 6 sumbu-trailer	1.22-2.22		6	0,3	0,30	41,6	93,7

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

6.
- Faktor distribusi lajur dan kapasitas lajur
- Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditetapkan dalam Tabel 2.20. Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana.

Tabel 2.20 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah Lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

7.
- Beban sumbu standar kumulatif
- Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah

kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai:

$$ESA = (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times VDF) \dots\dots\dots(2.65)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \dots\dots\dots(2.66)$$

$$R = \frac{(1+0.01i)^{UR}-1}{0.01i} \dots\dots\dots(2.67)$$

Dimana:

ESA : lintasan sumbu standar ekivalen untuk 1 hari

LHRT : lintas harian rata-rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu

CESA : kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana

R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i : tingkat pertumbuhan tahunan (%)

UR : umur rencana (tahun)

8. Pemilihan struktur perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Batasan pemilihan jenis perkerasan ditetapkan dalam Tabel 2.21.

Tabel 2.21 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	desain	ESA20 tahun (juta) (pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 – 0.5	0.1 – 4	4 - 10	10 – 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (panghat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1,2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3		1,2			
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	Gambar 6	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

Solusi yang lebih diutamakan (lebih murah)

Alternatif – lihat catatan

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

Kemudian didapat lapis struktur perkerasan berdasarkan Tabel 2.22 tentang desain perkerasan lentur.

Tabel 2.22 Desain Perkerasan Lentur – Aspal Dengan Lapis Pondasi Berbutir

(Solusi untuk Reliabilitas 80% Umur Rencana 20 Tahun)									
Solusi yang dipilih	STRUKTUR PERKERASAN								
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9
	Lihat Catatan 3				Lihat Catatan 3				
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun di lajur rencana (pangkat 5) (10 ³ CESA _s)	1 - 2	2 - 4	4 - 7	7 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC binder	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	1	2	2	3	3	3	3	3

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

9. Reliabilitas

Konsep reliabilitas merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). Tabel 2.23 menunjukkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan.

Tabel 2.23 Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Untuk Berbagai Macam Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan	Rekomendasi tingkat reliabilitas	
	Perkotaan	Antar kota
Bebas hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber: Pt T-01-2002-B

Tabel 2.24 Nilai Penyimpanan Normal Standar untuk Tingkat Reliabilitas Tertentu

Reliabilitas, R (%)	Standar normal deviate, Z_R
50	0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

Sumber: Pt T-01-2002-B

10. Indeks permukaan

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini :

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

IP = 2,0 : menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 1,5 : menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 1,0 : menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagai mana diperlihatkan pada Tabel 2.25.

Tabel 2.25 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPT)

Klasifikasi Jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas hambatan
1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber: Pt T-01-2002-B

Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana seperti yang dicantumkan pada Tabel 2.26.

Tabel 2.26 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPO)

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000

Sumber: Pt T-01-2002-B









Keterangan :

- Laston (lapisan aspal beton) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.
- Lasbutag (Lapisan Asbuton Campuran Dingin) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan filler (bila diperlukan) yang dicampur dan dipadatkan secara dingin.
- Lapen (Lapisan Penetrasi) merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.

11. Ekvivalen faktor kerusakan (EDF)

Nilai ekivalen faktor kerusakan untuk beberapa beban sumbu dan jenis kendaraan disajikan dalam Tabel 2.27 dan Tabel 2.28.

Tabel 2.27 Komposisi Roda dan Unit Ekvivalen 8,16 ton
Beban As Tunggal

Konfigurasi Sumbu dan Tipe	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1.1 MP	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	 ↓ 50% ↓ 50%
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	 ↓ 34% ↓ 66%
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	 ↓ 34% ↓ 66%
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	 ↓ 34% ↓ 66%
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	 ↓ 25% ↓ 75%
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	 ↓ 16% ↓ 36% ↓ 24% ↓ 24%
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	 ↓ 16% ↓ 41% ↓ 41%
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	 ↓ 16% ↓ 26% ↓ 54%

Sumber: Dept. PU Bina Marga

Tabel 2.28 Faktor Ekivalen Beban

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	.002	.003	.002	.002	.002	.002
6	.009	.012	.011	.010	.009	.009
8	.030	.035	.036	.033	.031	.029
10	.075	.085	.090	.085	.079	.076
12	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14	.325	.338	.354	.350	.338	.331
16	.589	.598	.613	.612	.603	.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

Sumber: Pt T-01-2002-B

12. Lalu lintas pada lajur rencana

Lalu lintas pada lajur rencana diberikan dalam kumulatif beban gandar standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini digunakan perumusan berikut ini:

$$w_{18} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18} \dots\dots\dots(2.68)$$

Dimana :

DD = faktor distribusi arah

DL = faktor distribusi lajur

\hat{w}_{18} = beban gandar standar kumulatif untuk dua arah

$$W_t = w_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots\dots\dots(2.69)$$

13. Analisa komponen perkerasan

Perhitungan perencanaan tebal perkerasan didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan, dengan rumus sebagai berikut:

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \dots\dots\dots(2.70)$$

Dimana:

a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

m_2, m_3 = koefisien drainase

Angka 1,2, dan 3 masing-masing untuk lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah. ITP juga dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10} (ITP + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_t} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(ITP + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} (M_R) - 8.07$$

.....(2.71)

Dimana:

W_{18} = perkiraan jumlah beban sumbu standar ekivalen 18-kip

Z_R = deviasi normal standar

S_0 = gabungan standar eror untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja

ΔIP = perbedaan antara *initial design serviceability index*, IP_0 dan *design terminal serviceability index*, IP_t

M_R = modulus resilien

IP_f = indeks permukaan jalan hancur (minimum 1,5)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, dan pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dari aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan dari lapis pondasi bawah). Nilai koefisien kekuatan relatif (a) ditunjukkan pada Tabel 2.29.

Tabel 2.29 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	MS (kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0.40	-	-	744	-	-	Laston
0.35	-	-	590	-	-	
0.32	-	-	454	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	HRA
0.26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen(mekanis)
0.20	-	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0.26	-	454	-	-	
-	0.24	-	340	-	-	
-	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0.19	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0.13	-	-	18	-	
-	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0.13	-	-	18	-	
-	0.14	-	-	-	100	Batu Pecah (kelas A)
-	0.13	-	-	-	80	Batu Pecah (kelas B)
-	0.12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0.13	-	-	70	Sirtu/ pitrum (kelas A)
-	-	0.12	-	-	50	Sirtu/ pitrum (kelas B)
-	-	0.11	-	-	30	Sirtu/ pitrum (kelas C)
-	-	0.10	-	-	20	Tanah/ lempung kepasiran

*Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur
Metode Analisa Komponen Bina Marga*

14. Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan
Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya,

pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis. Dari segi keefektifan biaya, jika perbandingan antara biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua lebih kecil dari pada perbandingan tersebut dikalikan dengan koefisien drainase, maka perencanaan yang secara ekonomis optimum adalah apabila digunakan tebal lapis pondasi minimum. Tabel 2.30 memperlihatkan nilai tebal minimum untuk lapis permukaan berbeton aspal dan lapis pondasi agregat.

Tabel 2.30 Tebal Min. Lapis Permukaan Berbeton Aspal dan Lapis Pondasi Agregat

Lalu-lintas (ESAL)	Beton aspal		LAPEN		LASBUTAG		Lapis pondasi agregat	
	inci	cm	inci	cm	inci	cm	inci	cm
< 50.000 *)	1,0 *)	2,5	2	5	2	5	4	10
50.001 – 150.000	2,0	5,0	-	-	-	-	4	10
150.001 – 500.000	2,5	6,25	-	-	-	-	4	10
500.001 – 2.000.000	3,0	7,5	-	-	-	-	6	15
2.000.001 – 7.000.000	3,5	8,75	-	-	-	-	6	15
> 7.000.000	4,0	10,0	-	-	-	-	6	15

*) atau perawatan permukaan

Sumber: Pt T-01-2002-B

15. Spesifikasi campuran beraspal panas

- Jenis campuran beraspal
Lapis aspal beton (*Asphalt Concrete*, AC)
Lapis aspal beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC-Binder Course, AC-BC), dan AC Lapis Pondasi (AC-Base) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm.
- Tebal lapisan dan toleransi
Toleransi tebal untuk tiap lapisan campuran beraspal:
 - Laston lapis aus (AC-WC) tidak kurang dari 3 mm
 - Laston lapis antara (AC-Binder) tidak kurang dari 4 mm

- Laston lapis pondasi (AC-Base) tidak kurang dari 5 mm

Pada Tabel 2.31 ditunjukkan tebal nominal minimum campuran beraspal.

Tabel 2.31 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
Latasir Kelas A		SS-A	1,5
Latasir Kelas B		SS-B	2,0
Lataston	Lapis Aus	HRS-WC	3,0
	Lapis Pondasi	HRS-Base	3,5
Laston	Lapis Aus	AC-WC	4,0
	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Pondasi	AC-Base	7,5

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

- Bahan

Untuk ketentuan agregat kasar ditunjukkan dalam Tabel 2.32.

Tabel 2.32 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407:2008	Maks. 12 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417:2008	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	Min. 95 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)		DoT's Pennsylvania Test Method, PTM No.621	95/90 ¹
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)			80/75 ¹
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 1 %

Catatan :

(*) 95/90 menunjukkan bahwa a 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

Tabel 2.33 menunjukkan ukuran nominal agregat kasar penampang dingin untuk campuran aspal.

Tabel 2.33 Ukuran Nominal Agregat Kasar Penampung Dingin Untuk Campuran Aspal

Jenis Campuran	Ukuran nominal agregat kasar penampung dingin (<i>cold bin</i>) minimum yang diperlukan (mm)			
	5 - 10	10 - 14	14 - 22	22 - 30
Lataston Lapis Aus	Ya	Ya		
Lataston Lapis Pondasi	Ya	Ya		
Laston Lapis Aus	Ya	Ya		
Laston Lapis Pengikat	Ya	Ya	Ya	
Laston Lapis Pondasi	Ya	Ya	Ya	Ya

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

Untuk ketentuan agregat halus ditunjukkan dalam Tabel 2.34.

Tabel 2.34 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS dan AC bergradasi Halus Min 70% untuk AC bergradasi kasar
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar Lempung	SNI 3423 : 2008	Maks 1%
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)	AASHTO TP-33 atau ASTM C1252-93	Min. 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)		Min. 40

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.35. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.35.

Tabel 2.35 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran										
	Latasir (SS)		Lataston (HS)				Laston (AC)				
	Kelas A	Kelas B	Gradasi Senjang ¹		Gradasi Semi Senjang ¹		Gradasi Halus			Gradasi Kasar ¹	
			WC	Base	WC	Base	WC	BC	Base	WC	BC
75											
75											
150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
150			90-100	90-100	87-100	90-100	74-90	61-79	90-100	71-90	55-76
75	90-100		72-86	62-90	61-88	63-70	72-90	64-82	47-67	72-90	58-80
4.75							54-69	47-64	30.5-50	42-62	37-56
2.50		75-100	50-77 ²	32-52 ³	50-67	71-84	39.1-71	24.6-49	20.8-37	23-30.1	21-24.6
1.18							31.4-50	20.2-38	24.1-38	12-23.5	12-23.5
0.600			15-40	14-35	20-45	12-35	24.1-30	20.5-28	17.4-22	12-16.1	12-16.1
0.300				15-35	3-35	15.5-22	13.7-30	11.4-16	9-15.3	7-15.7	5-11.4
0.150							9-18	4-12	4-10	6-13	5-11
0.075	10-15	8-12	6-10	2-9	6-10	4-8	4-10	4-8	3-6	4-10	4-8

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

Pada Tabel 2.36 ditunjukkan ketentuan sifat-sifat campuran Laston (AC)

Tabel 2.36 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston					
		Lapis Aus		Lapis Antara		Pondasi	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar aspal efektif (%)		5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,2					
Jumlah tumbukan per bidang		75				112 ⁽¹⁾	
Rongga dalam campuran (%) ⁽²⁾	Min.	3,5					
	Maks.	5,0					
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15		14		13	
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65		63		60	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800				1800 ⁽¹⁾	
	Maks.	-					
Pelelehan (mm)	Min.	3				4,5 ⁽²⁾	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250				300	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽³⁾	Min.	90					
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membak (refusal) ⁽⁴⁾	Min.	2,5					

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

16. Spesifikasi teknis marka jalan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan RI No. PM 34 Th.2014, marka jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta

lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

Marka jalan dapat berwarna putih, kuning, merah, dan warna lainnya. Marka jalan dibuat dengan menggunakan bahan berupa cat, *termoplastic*, *coldplastic*, atau *prefabricated marking*.

Marka membujur memiliki lebar paling sedikit 10 cm. Marka membujur berupa garis putus-putus harus memiliki panjang dengan ukuran yang sama:

- 3 meter, untuk jalan dengan kecepatan rencana kurang dari 60 km/jam; dan
- 5 meter, untuk jalan dengan kecepatan rencana 60 km/jam atau lebih.

Marka membujur berupa garis putus-putus memiliki jarak antar marka:

- 5 meter, untuk jalan dengan kecepatan rencana kurang dari 60 km/jam; dan
- 8 meter, untuk jalan dengan kecepatan rencana 60 km/jam atau lebih.

2.11 Drainase

1. Pengertian umum

Menurut buku Perencanaan Sistem Drainase Jalan (2006), beberapa pengertian drainase adalah sebagai berikut :

- a. Drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air dan atau ke bangunan resapan buatan.
- b. Drainase bawah permukaan adalah sarana untuk mengalirkan air yang berada di bawah permukaan dari suatu tempat ke tempat lain dengan tujuan melindungi bangunan yang berada di atasnya.
- c. Drainase jalan adalah prasarana yang dapat bersifat alami ataupun buatan yang berfungsi untuk memutuskan dan menyalurkan air permukaan

- maupun bawah tanah, biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi, yang terdiri atas saluran samping dan gorong-gorong ke badan air penerima atau tempat peresapan buatan.
- d. Saluran samping jalan adalah saluran yang dibangun di sisi kiri dan kanan perkerasan jalan.
 2. Perencanaan sistem drainase jalan didasarkan pada keberadaan air permukaan dan bawah permukaan, sehingga perencanaan drainase jalan dibagi menjadi dua, yaitu :
 - a. Drainase permukaan
 - b. Drainase bawah permukaan
 3. Sistem drainase permukaan jalan
 - a. Sistem drainase permukaan berfungsi untuk mengendalikan limpasan air hujan di permukaan jalan dan dari daerah sekitarnya agar tidak merusak konstruksi jalan.
 - b. Sistem drainase jalan harus memperhitungkan debit pengaliran dari saluran samping jalan yang memanfaatkan saluran samping jalan tersebut untuk menuju badan air atau resapan buatan.
 - c. Suatu sistem drainase permukaan jalan terdiri atas kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan, saluran samping jalan, drainase lereng dan gorong-gorong.
 4. Koefisien pengaliran (C)
 Koefisien pengaliran dipengaruhi kondisi permukaan tanah pada daerah layanan dan kemungkinan perubahan tata guna lahan. Angka ini akan mempengaruhi debit yang mengalir, sehingga dapat diperkirakan daya tampung saluran.
 5. Saluran terbuka
 Bahan bangunan saluran ditentukan oleh besarnya kecepatan rencana aliran air yang mengalir di saluran samping jalan tersebut (lihat Tabel 2.37).

Tabel 2.37 Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material

No.	Jenis bahan	Kecepatan aliran air yang diijinkan (m/detik)
1.	Pasir halus	0,45
2.	Lempung kepasiran	0,50
3.	Lanau aluvial	0,60
4.	Kerikil halus	0,75
5.	Lempung kokoh	0,75
6.	Lempung padat	1,10
7.	Kerikil kasar	1,20
8.	Batu-batu besar	1,50
9.	Pasangan batu	1,50
10.	Beton	1,50
11.	Beton bertulang	1,50

Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006

6. Faktor limpasan (fk)
 - a. Merupakan faktor atau angka yang dikalikan dengan koefisien *runoff* biasa dengan tujuan agar kinerja saluran tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaliran yang terlalu luas. Harga faktor limpasan (fk) disesuaikan dengan kondisi permukaan tanah (lihat Tabel 2.38)

Tabel 2.38 Harga Koefisien (C) dan Harga Faktor Limpasan (fk)

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)	Faktor limpasan (fk)
BAHAN			
1	Jalan beton & jalan aspal	0,70 - 0,95	-
2	Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 - 0,70	-
3	Bahu jalan :		
	- Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65	-
	- Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20	-
	- Batuan masif keras	0,70 - 0,85	-
	- Batuan masif lunak	0,60 - 0,75	-
TATA GUNA LAHAN			
1	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95	2,0
2	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70	1,5
3	Daerah industri	0,60 - 0,90	1,2
4	Permukiman padat	0,40 - 0,60	2,0
5	Permukiman tidak padat	0,40 - 0,60	1,5
6	Taman dan kebun	0,20 - 0,40	0,2
7	Persawahan	0,45 - 0,60	0,5
8	Perbukitan	0,70 - 0,80	0,4
9	Pegunungan	0,75 - 0,90	0,3

Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006

- b. Bila daerah pengaliran atau daerah layanan terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda. Harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3.fk_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots(2.72)$$

Dimana :

C_1, C_2, C_3 : koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 : luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

fk : faktor limpasan sesuai guna lahan

7. Waktu konsentrasi (t_c)

- a. Waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air secara simultan (*runoff*) setelah melewati titik-titik tertentu.
- b. Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan rumus berikut :

$$t_0 = 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \dots\dots\dots(2.73)$$

$$t_f = \frac{L_{saluran}}{60 \times V} \dots\dots\dots(2.74)$$

$$t_c = t_0 + t_f \dots\dots\dots(2.75)$$

Dimana :

t_c : waktu konsentrasi (menit)

t_0 : waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

t_f : waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)

I_0 : Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

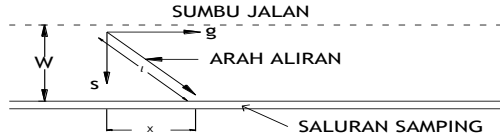
L : panjang saluran (m)

nd : koefisien hambatan (lihat Tabel 2.39)

is : kemiringan saluran memanjang

V : kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (m/detik)

c. Untuk to pada jalan tidak datar ($g \neq 0$)



Gambar 2.9 to Pada Jalan Tidak Mendatar

Dimana:

W = lebar jalan

X = jarak aliran arah memanjang

L = panjang aliran menuju

S = kemiringan melintang

g = kemiringan memanjang

Perumusannya adalah sebagai berikut:

$$X = \frac{g}{s} \times W \dots\dots\dots(2.76)$$

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} \dots\dots\dots(2.77)$$

$$\Delta h_g = X \times g \dots\dots\dots(2.78)$$

$$\Delta h_s = W \times s \dots\dots\dots(2.79)$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s \dots\dots\dots(2.80)$$

$$i = \frac{\Delta h}{l} \dots\dots\dots(2.81)$$

Tabel 2.39 Koefisien Hambatan (n_d) Berdasarkan Kondisi Permukaan

No.	Kondisi lapis permukaan	n_d
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dgn rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

Sumber : *Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan*, 2006

8. Analisa hidrologi

a. Data curah hujan

- Merupakan data curah hujan harian maksimum dalam setahun dinyatakan dalam mm/hari.
- Jika daerah layanan tidak memiliki data curah hujan, maka dapat digunakan data dari stasiun di luar daerah layanan yang dianggap masih dapat mewakili. Jumlah data curah hujan yang diperlukan minimal 10 tahun terakhir.

b. Periode ulang

Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai periode ulang tertentu. Periode ulang untuk pembangunan saluran drainase ditentukan 5 tahun, disesuaikan dengan peruntukannya.

c. Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas curah hujan mempunyai satuan mm/jam, berarti tinggi air persatuan waktu. Dalam SNI, untuk menghitung intensitas hujan digunakan analisis distribusi frekuensi dengan persamaan sebagai berikut:

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum(Xi-X)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.82)$$

$$Xt = X + \frac{yt-yn}{\sigma n} s \dots\dots\dots(2.83)$$

$$I = \frac{90\%xXt}{4} \dots\dots\dots(2.84)$$

$$Y_T = -\ln[\ln(\frac{T}{T-1})] \dots\dots\dots(2.85)$$

Keterangan :

Sx = Standar deviasi

Xt = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun
(mm/jam)

- X = Tinggi hujan maksimum kumulatif rata-rata
 Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang
 Y_n = Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan
 S_n = Standar deviasi yang merupakan fungsi n
 I = Intensitas hujan (mm/jam)

Untuk menentukan nilai Y_n dan σ_n berdasarkan jumlah data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 2.40.

Tabel 2.40 Nilai Y_n dan σ_n Fungsi Jumlah Data

n	Y_n	σ_n
8	0,4843	0,9043
9	0,4902	0,9288
10	0,4952	0,9497
11	0,4996	0,9676
12	0,5053	0,9833
13	0,5070	0,9972
14	0,5100	1,0098
15	0,5128	1,0206
16	0,5157	1,0316
17	0,5181	1,0411
18	0,5202	1,0493
19	0,5220	1,0566
20	0,5235	1,0629

Sumber : Buku Hidrologi Terapan, 2010

- d. Perhitungan intensitas hujan

Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Manonobe, dengan perumusan sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.86)$$

- e. Untuk menghitung debit aliran air (Q) menggunakan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.87)$$

Dimana :

Q : debit aliran air (m^3/dt)

C : koefisien pengaliran rata-rata dari C_1, C_2, C_3

I : intensitas curah hujan (mm/jam)

A : luas daerah layanan (km^2) terdiri atas A_1, A_2, A_3

9. Perhitungan penampang saluran

- a. Kemiringan talud pada penampang saluran trapesium tergantung dari besarnya debit (lihat Tabel 2.41).

Tabel 2.41 Kemiringan Talud Berdasarkan Debit

No	Debit air, Q ($m^3/detik$)	Kemiringan talud (1 : m)
1	0,00 - 0,75	1 : 1
2	0,75 - 15	1 : 1,5
3	15 - 80	1 : 2

Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006

- b. Angka kekasaran manning (n) ditunjukkan dalam Tabel 2.42.

Tabel 2.42 Angka Kekasaran Manning (n)

No	Tipe saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
1.	SALURAN BUATAN				
2.	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
3.	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
4.	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
5.	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
6.	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
7.	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
8.	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
9.	SALURAN ALAM				
10.	Bersih, lurus, tidak berpasir dan tidak berubang	0,025	0,028	0,030	0,033
11.	Seperti no.8 tapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
12.	Melengkung, bersih, berubang dan berding pasir	0,030	0,035	0,040	0,045
13.	Seperti no.10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
14.	Seperti no.10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
15.	Seperti no.11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
16.	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berubang	0,050	0,060	0,070	0,080
17.	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
18.	SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI				
19.	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
20.	Seperti no.18, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
21.	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
22.	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
23.	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
24.	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006

c. Tinggi jagaan penampang

Tinggi jagaan (W) untuk saluran drainase jalan bentuk trapesium dan segi empat ditentukan berdasarkan rumus:

$$W = \sqrt{0,5 \times h} \dots\dots\dots(2.88)$$

Dimana: W = tinggi jagaan (m)

h = kedalaman air yang tergenang dalam saluran (m)

d. Kemiringan memanjang saluran

Untuk menghitung kemiringan saluran:

$$i_s = \left(\frac{V \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \dots\dots\dots(2.89)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/detik)

n = koefisien kekasaran manning (Tabel 2.34)

R = A/P = jari0jari hidrolis (m)

A = luas penampang basah (m²)

P = keliling basah (m)

i_s = kemiringan memanjang saluran

e. Kecepatan saluran

Kecepatan saluran ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i_s^{1/2} \dots\dots\dots(2.90)$$

2.12 Galian dan Timbunan

1. Umum

Pada konstruksi jalan, volume galian dan timbunan (dalam pekerjaan tanah) merupakan salah satu faktor yang penting. Jumlah galian dan timbunan akan menentukan harga pekerjaan pembangunan jalan secara keseluruhan. Sehingga pekerjaan galian dan timbunan harus dilaksanakan seoptimal mungkin.

2. Metode

Berdasarkan buku Rekayasa Jalan, Sulaksono (2001), metode perhitungan volume galian-timbunan yang digunakan adalah *Average End Area Method*. Dengan metode ini, ditentukan luas galian dan timbunan pada penampang-penampang melintang berjarak 25 – 50 meter. Volume galian adalah luas galian rata-rata dari dua penampang berurutan dikalikan dengan jarak antara kedua penampang tersebut. Volume timbunan adalah rata-rata dari dua penampang tersebut dikalikan dengan jaraknya.

3. Mass Diagram

Berdasarkan buku Rekayasa Jalan, Sulaksono (2001), suatu mass diagram berupa suatu lengkungan yang menunjukkan penjumlahan aljabar dari volume galian dan timbunan, mulai dari suatu station tertentu sampai station berikutnya. Sebelum menggambar lengkungan volume, sebaiknya disusun terlebih dahulu dalam tabel, penjumlahan dari galian (+) dan timbunan (-). Skala dari ordinat disesuaikan dengan volume dalam m^3 , misalnya $1 \text{ cm} = 100 \text{ m}^3$.

2.13 Analisa RAB

Untuk menentukan besarnya biaya yang diperlukan terlebih dahulu harus diketahui volume dari pekerjaan yang direncanakan. Pada umumnya pembuat jalan tidak lepas dari galian dan timbunan, seperti yang telah dijelaskan pada subbab 2.10.

Selain mencari volume galian dan timbunan juga diperlukan untuk mencari volume dari pekerjaan lainnya, yaitu :

1. Volume pekerjaan

a. Pekerjaan persiapan

- Peninjauan lokasi
- Pengukuran dan pemasangan patok

- Pembersihan lokasi dan persiapan alat dan bahan untuk pekerjaan
 - Pembuatan *bouwplank*
 - b. Pekerjaan tanah
 - Galian tanah
 - Timbunan tanah
 - c. Pekerjaan perkerasan
 - Lapis permukaan (*surface course*)
 - Lapis pondasi atas (*base course*)
 - Lapis pondasi bawah (*subbase course*)
 - Lapis tanah dasar (*subgrade*)
 - d. Pekerjaan drainase
 - Galian saluran
 - Pembuatan talud
 - e. Pekerjaan pelengkap
 - Pemasangan rambu-rambu
 - Pengecatan marka jalan
 - Penerangan
2. Analisa harga satuan
- Analisa harga satuan pekerjaan dan bahan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur.

BAB III METODOLOGI

3.1 Tahapan Penelitian

Secara umum tahapan penelitian dilakukan dalam empat tahap, yaitu :

- a. Tahap studi literatur
- b. Tahap pengumpulan data
- c. Tahap analisis
- d. Tahap penarikan kesimpulan

3.1.1 Tahap studi literatur

Studi literatur meliputi kegiatan studi pustaka berupa kajian dan teori tentang perencanaan geometrik jalan, perencanaan tebal perkerasan jalan, perencanaan drainase jalan, perhitungan analisa biaya, dan *trip assignment*.

3.1.2 Tahap pengumpulan data

Pelaksanaan pengumpulan data dilakukan dalam rangka pengadaan data-data yang diperlukan dalam perencanaan ini. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari DPU Bina Marga Nasional (P2JN), DPU Pengairan Provinsi Jawa Timur, Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Jawa Timur, dan Teknik Geomatika. Kebutuhan data yang diperlukan dalam perencanaan ini antara lain :

- a. Data topografi
Peta topografi digunakan untuk penetapan trase jalan dengan memperhatikan kontur tanah yang ada.
- b. Data LHR
Data LHR digunakan untuk menghitung *trip assignment* dan menghitung perkerasan jalan.
- c. Data hidrologi
Data hidrologi digunakan untuk menentukan dimensi saluran yang digunakan.

d. Data tanah

Data tanah yang digunakan adalah nilai CBR yang digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan lentur.

3.2 Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan raya pada penulisan ini mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga (1997), modul ajar kuliah Rekayasa Jalan Raya, AASHTO 2004, dan AASHTO 2011.

Perencanaan geometrik ini akan membahas beberapa hal antara lain :

a. Alinemen Horisontal

Alinemen horisontal merupakan trase jalan yang terdiri dari :

- Garis lurus (*Tangent*), merupakan jalan bagian lurus.
- Lengkungan horizontal yang disebut tikungan yaitu :
 - *Full – Circle*
 - *Spiral – Circle – Spiral*
 - *Spiral – Spiral*
- Pelebaran perkerasan pada tikungan.
- Kebebasan samping pada tikungan

b. Alinemen Vertikal

Alinemen Vertikal adalah bidang tegak yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli.

3.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan tebal perkerasan yang direncanakan sesuai dengan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Letur Jalan Raya dengan Manual Desain Perkerasan Jalan (2013) dan Pt T-01-2002-B.

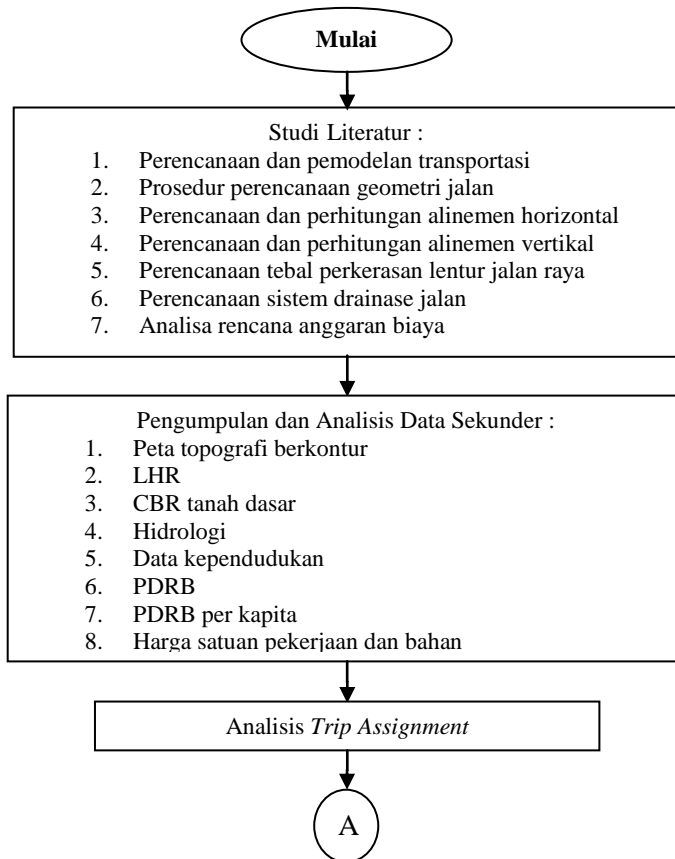
3.4 Rencana Anggaran Biaya

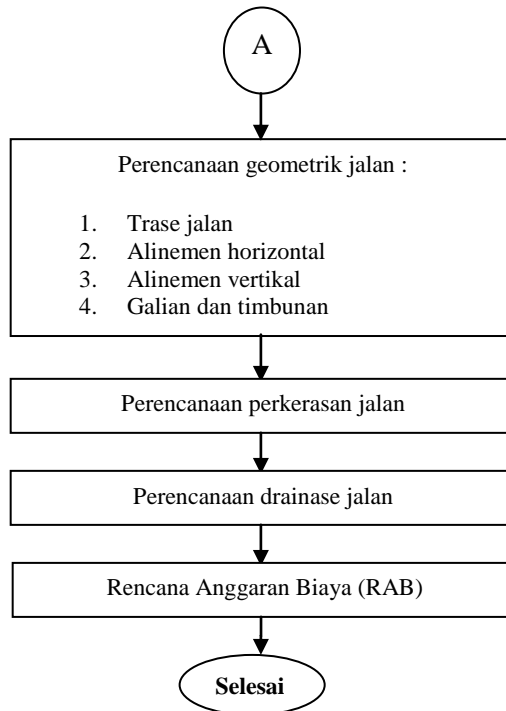
Menghitung rencana anggaran biaya meliputi :

- Volume pekerjaan
- Harga satuan pekerjaan dan bahan

3.5 Bagan Alir / Flow Chart Perencanaan

Bagan alir / *flow chart* perencanaan dapat dilihat pada Gambar 3.1.

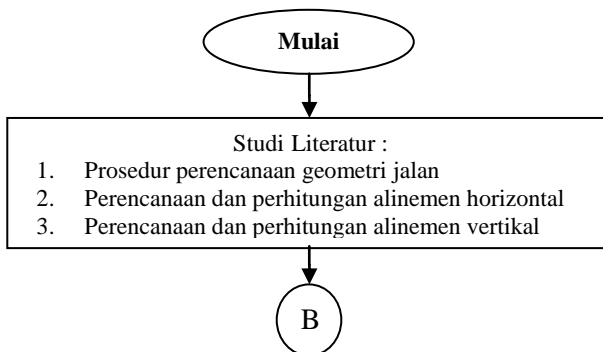


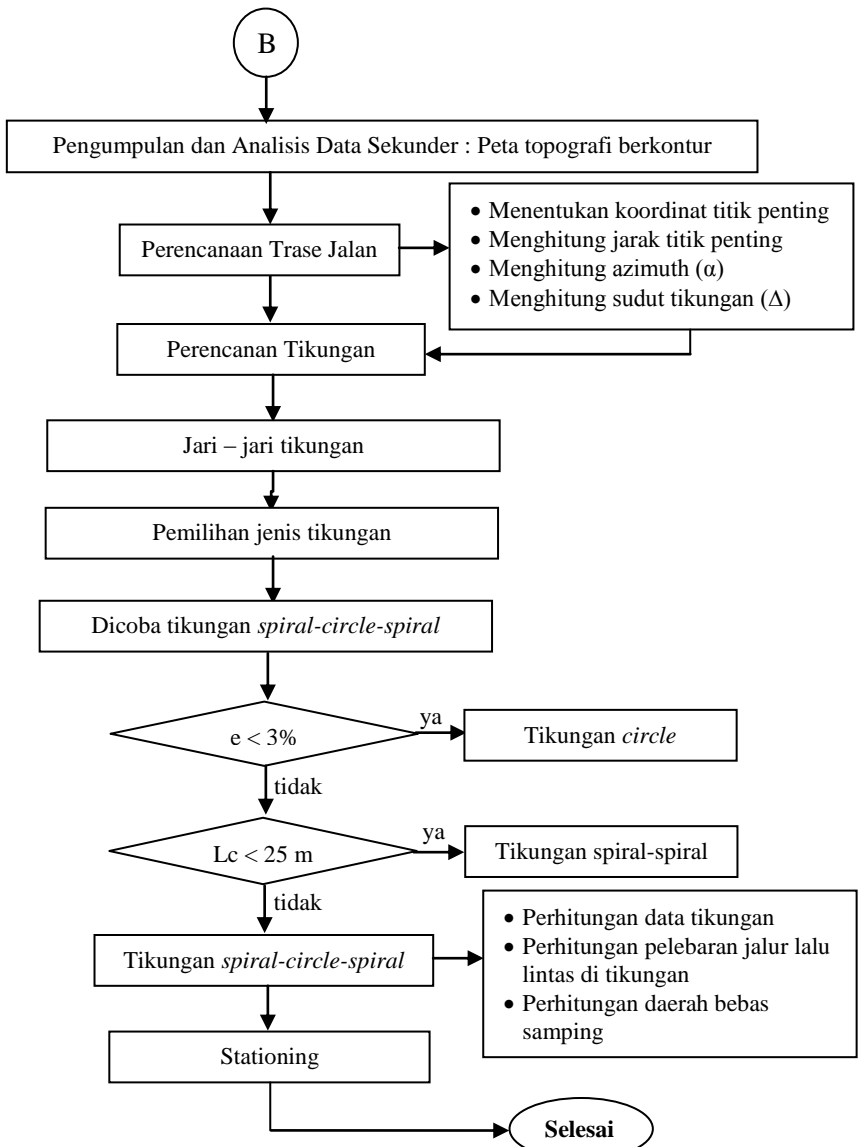


Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan

3.6 Bagan Alir / Flow Chart Perencanaan Geometrik Jalan

Bagan alir / *flow chart* perencanaan geometrik jalan dapat dilihat pada Gambar 3.2.

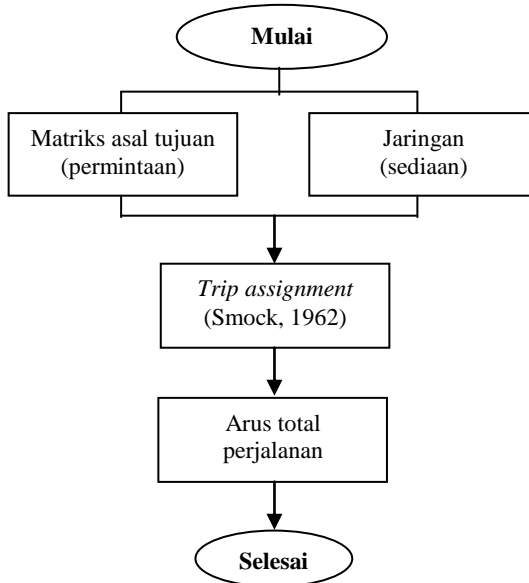




Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan Geometrik Jalan

3.7 Bagan alir / Flow Chart Analisa Trip Assignment

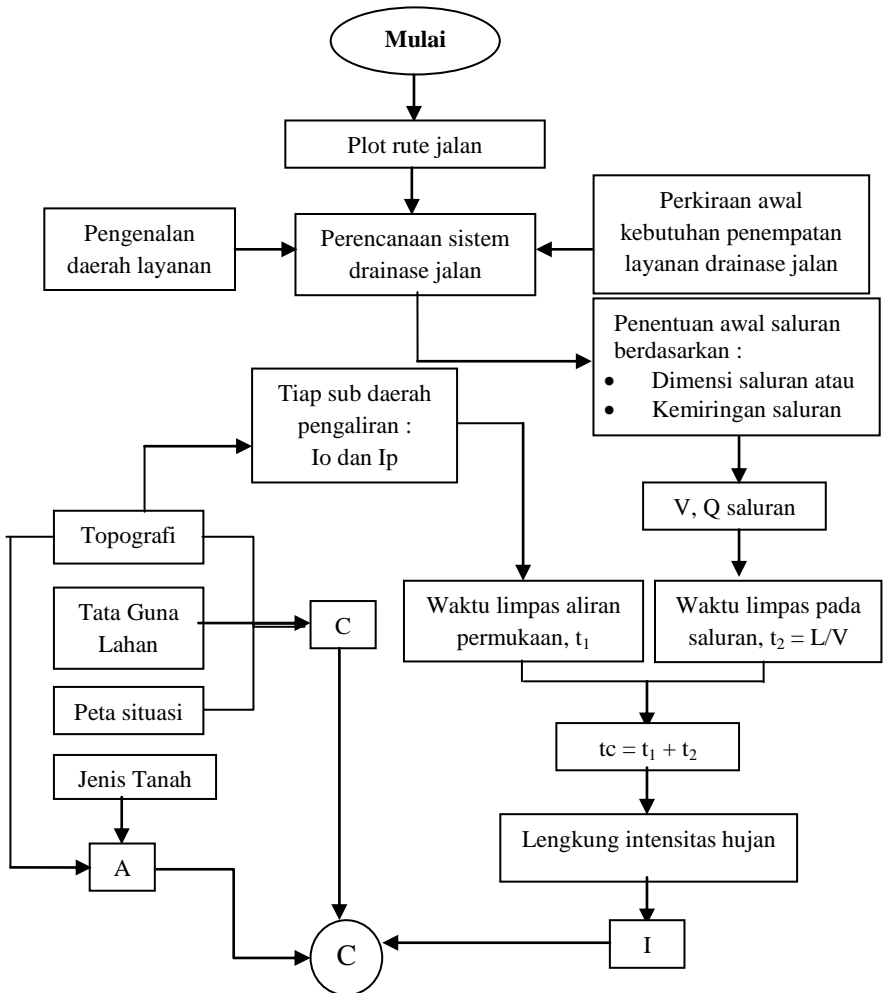
Bagan alir / *flow chart* analisa *trip assignment* dapat dilihat pada Gambar 3.3.

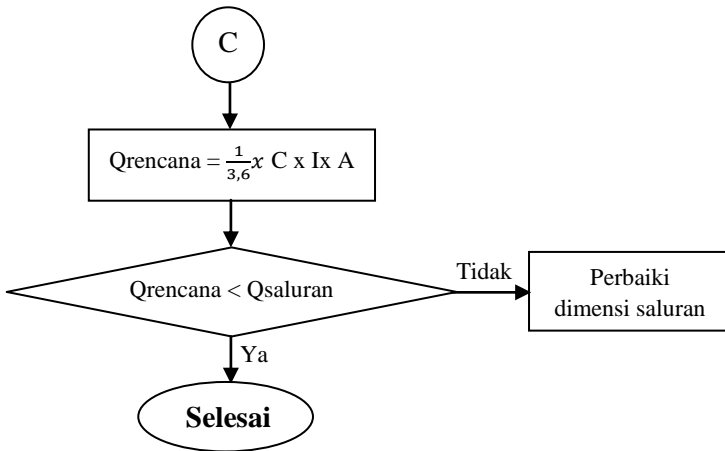


Gambar 3.3 Diagram Alir Analisa *Trip Assignment*

3.8 Perencanaan Drainase Jalan

Dalam perencanaan drainase jalan ini mengacu pada Perencanaan Sistem Drainase Jalan, Departemen PU, tahun 2006. Berikut ini adalah bagan alir / *flow chart* perencanaan drainase jalan yang ditunjukkan pada Gambar 3.4 :

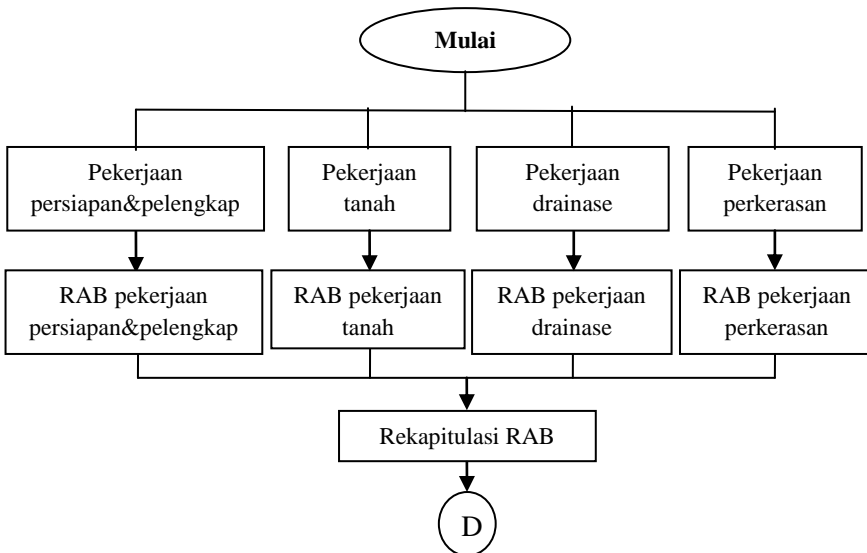


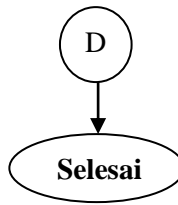


Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan Drainase Jalan

3.9 Bagan Alir / Flow Chart Perhitungan RAB

Bagan alir / *flow chart* perhitungan RAB dapat dilihat pada Gambar 3.5.





Gambar 3.5 Diagram Alir Perhitungan RAB

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISIS DATA

4.1 Data Perencanaan

Data perencanaan merupakan data yang dibutuhkan dan digunakan untuk proses perencanaan, data tersebut antara lain :

- a. Peta Topografi
- b. Data Lalu Lintas (LHR)
- c. Data CBR (*California Bearing Ratio*)
- d. Data Kependudukan dan PDRB (Pendapatan Domestik Regional Bruto) Kabupaten Trenggalek
- e. Data Curah Hujan
- f. Data HSPK Kabupaten Trenggalek

4.1.1 Peta topografi

Peta topografi pada perencanaan jalan akses ini menggunakan peta kontur untuk mengetahui medan disekitar daerah perencanaan. Peta ini digunakan sebagai dasar plotting perencanaan trase dan geometrik jalan.

Perencanaan jalan ini direncanakan dengan 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) mulai dari STA 14+400 – STA 28+764,35.

4.1.2 Data lalu lintas

Data lalu lintas yang diperoleh dari DPU Bina Marga Nasional (P2JN) harus diolah terlebih dahulu dengan menggunakan cara *trip assignment*. Data tersebut adalah data lalu lintas (volume kendaraan) di ruas Jl. Raya Jarakan - Panggul pada saat jam puncak. Data lalu lintas tersebut tercantum dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Lalu Lintas Tahun 2012

Jenis Kendaraan	Vol. Kend. Jam Puncak (kend/jam)	Vol. Kend. (kend/hari)
Sepeda motor	574	6297
Sedan, jeep, station	239	2955
Oplet, minibus	289	3577
Pick up, mikro truk	195	2421
Bus kecil	6	132
Bus besar	1	15
Truk 2 sumbu kecil	26	551
Truk 2 sumbu sedang	11	86
Truk tangki 3 sumbu	10	69
Truk gandengan	3	11
Truk semitrailer, truk trailer	4	28
Jumlah	1358	16142

Sumber: Hasil survei DPU Bina Marga Nasional (P2JN)

4.1.3 Data CBR tanah dasar

Data CBR tanah dasar digunakan untuk proses perhitungan tebal perkerasan yang akan digunakan. Data CBR yang digunakan dibagi menjadi dua segmen, yaitu nilai CBR di daerah bukit dan nilai CBR di daerah pegunungan. Data CBR tercantum dalam Tabel 4.2 dan Tabel 4.3

Tabel 4.2 Data CBR Ruas Panggul-Munjungan di Daerah Bukit

No.	Harga CBR (%)	Jumlah yang Sama Atau yang Lebih Besar
1	6.09	2
2	7.77	1
3	8.36	0

Sumber: Hasil survei DPU Bina Marga Nasional (P2JN)

Tabel 4.3 Data CBR Ruas Panggul-Munjungan di Daerah Pegunungan

No.	Harga CBR (%)	Jumlah yang Sama Atau yang Lebih Besar
1	5.06	8
2	6.23	7
3	6.38	6
4	7.48	5
5	8.21	4
6	8.43	3
7	11.29	2
8	12.7	1
9	15.81	0

Sumber: Hasil survei DPU Bina Marga Nasional (P2JN)

4.1.4 Data kependudukan dan PDRB

Data kependudukan diperlukan untuk merencanakan pertumbuhan volume lalu lintas yang akan melewati jalan rencana dari awal tahun rencana sampai akhir tahun rencana.

Data kependudukan yang digunakan adalah data kependudukan Kabupaten Trenggalek yang tercantum dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Kependudukan Kabupaten Trenggalek

No.	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2010	675584
2	2011	678792
3	2012	681706
4	2013	683791
5	2014	686781

Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Trenggalek

Data PDRB digunakan untuk merencanakan pertumbuhan volume lalu lintas yang akan melewati jalan rencana, yaitu pertumbuhan barang dan truk, sedangkan data PDRB per-kapita atas dasar harga konstan digunakan untuk menghitung pertumbuhan kendaraan pribadi yang akan melewati jalan rencana. Data ini digunakan sebagai pelengkap data kependudukan. Data PDRB dan PDRB per-kapita Kabupaten Trenggalek dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Data PDRB Kabupaten Trenggalek

No.	Tahun	PDRB (Miliar Rupiah)
1	2010	7.962,1
2	2011	8.435,2
3	2012	8.959,5
4	2013	9.482,2
5	2014	9.995,1

Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Trenggalek

Tabel 4.6 Data PDRB Per-Kapita Kabupaten Trenggalek

No.	Tahun	PDRB (Ribu Rupiah)
1	2010	11.785,6
2	2011	12.426,8
3	2012	13.142,7
4	2013	13.867,1

Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Trenggalek

4.1.5 Data curah hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun (mm/hari). Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun seperti tercantum dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data Curah Hujan Di Kab. Trenggalek

No.	Tahun Pengamatan	Data Hujan (mm)
1	2005	359
2	2006	126
3	2007	163
4	2008	97
5	2009	157
6	2010	223
7	2011	371
8	2012	159
9	2013	286
10	2014	163
11	2015	139

Sumber: DPU Pengairan Provinsi Jawa Timur

4.1.6 Data HSPK

Data HSPK adalah harga satuan pekerjaan yang digunakan untuk menghitung besarnya rencana anggaran biaya (RAB) pada proyek yang akan dikerjakan. Data HSPK yang digunakan adalah HSPK Kabupaten Trenggalek.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pengolahan data CBR tanah dasar

Data CBR tanah dasar pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 digunakan untuk proses perhitungan tebal perkerasan yang akan digunakan. Hasil perhitungan data CBR dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Data CBR Tanah Dasar di Daerah Bukit

No.	Harga CBR	Jumlah yang sama atau yang lebih besar	Jumlah yang sama atau yang lebih besar
1	6.09	3	$(3/2) \times 100\% = 100\%$
2	7.77	2	$(2/2) \times 100\% = 67\%$

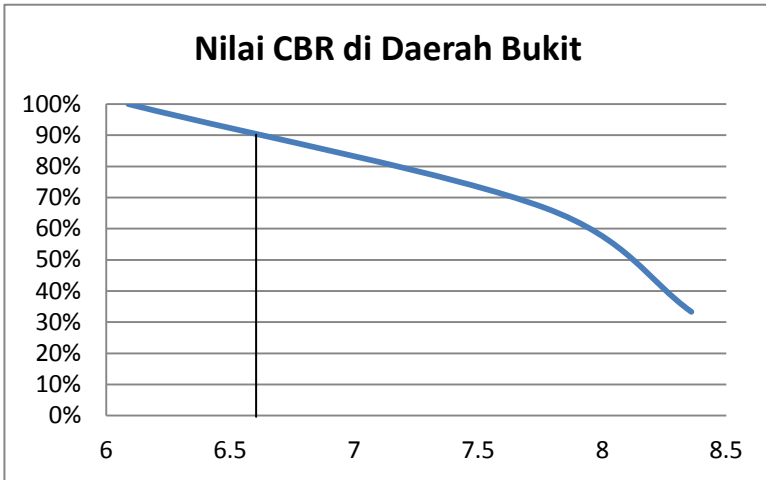
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Data CBR Tanah Dasar di Daerah Bukit (Lanjutan)

No.	Harga CBR	Jumlah yang sama atau yang lebih besar	Jumlah yang sama atau yang lebih besar
3	8.36	1	$(1/1) \times 100\% = 33\%$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Data CBR Tanah Dasar di Daerah Pegunungan

No.	Harga CBR	Jumlah yang sama atau yang lebih besar	Jumlah yang sama atau yang lebih besar
1	5.06	9	$(9/9) \times 100\% = 100\%$
2	6.23	8	$(8/9) \times 100\% = 89\%$
3	6.38	7	$(7/9) \times 100\% = 78\%$
4	7.48	6	$(6/9) \times 100\% = 67\%$
5	8.21	5	$(5/9) \times 100\% = 56\%$
6	8.43	4	$(4/9) \times 100\% = 44\%$
7	11.29	3	$(3/9) \times 100\% = 33\%$
8	12.7	2	$(2/9) \times 100\% = 22\%$
9	15.81	1	$(1/9) \times 100\% = 11\%$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dibuatkan grafik dengan nilai CBR sebagai koordinat X dan prosentase nilai CBR sebagai koordinat Y. Maka grafik CBR di daerah bukit dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan grafik CBR di daerah pegunungan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Grafik CBR di Daerah Bukit



Gambar 4.2 Grafik CBR di Daerah Pegunungan

Nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR dengan prosentase 90%, maka dari grafik diatas didapatkan nilai CBR untuk daerah bukit adalah 6,6% dan nilai CBR untuk daerah pegunungan adalah 6,1%.

4.2.2 Pengolahan data kependudukan dan PDRB

Data kependudukan, PDRB, dan PDRB per-kapita seperti pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, dan Tabel 4.6, diolah menjadi nilai rata-rata prosentase sehingga data kependudukan dapat digunakan untuk menghitung pertumbuhan volume kendaraan bus dan angkutan umum, data PDRB digunakan untuk menghitung pertumbuhan volume kendaraan truk, dan data PDRB per-kapita digunakan untuk menghitung pertumbuhan volume kendaraan pribadi. Hasil perhitungan tersebut tercantum dalam Tabel 4.10, Tabel 4.11, dan Tabel 4.12.

Tabel 4.10 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum

No.	Tahun	Jumlah Penduduk	i	i (%)
1	2010	675584		
2	2011	678792	0.004748484	0.4748484
3	2012	681706	0.00429292	0.4292920
4	2013	683791	0.003058503	0.3058503
5	2014	686781	0.004372681	0.4372681
Rata-rata				0.4118147

Tabel 4.11 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Truk

No.	Tahun	PDRB (Miliar Rupiah)	I	i (%)
1	2010	7.962,1		
2	2011	8.435,2	0.059418998	5.9418998

Tabel 4.11 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Truk (Lanjutan)

No.	Tahun	PDRB (Miliar Rupiah)	I	i (%)
3	2012	8.959,5	0.062156203	6.2156203
4	2013	9.482,2	0.058340309	5.8340309
5	2014	9.995,1	0.054090823	5.4090823
Rata-rata				5.8501583

Tabel 4.12 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi

No.	Tahun	PDRB (Ribu Rupiah)	I	i (%)
1	2010	11785.6		
2	2011	12426.8	0.054405376	5.4405376
3	2012	13142.7	0.05760936	5.760936
4	2013	13867.1	0.05511805	5.511805
5	2014	14553.6	0.049505664	4.9505664
Rata-rata				5.4159613

4.2.3 Pengolahan data lalu lintas

Data lalu lintas yang diolah dengan cara *trip assignment*, digunakan untuk mengetahui jenis kendaraan yang akan melalui jalan rencana, serta menghitung lintas ekuivalen awal dan akhir rencana dalam perencanaan tebal perkerasan.

Data lalu lintas tahun 2012 pada saat jam puncak di ruas Jl. Raya Jarakan-Panggul (Tabel 4.1) dikonversi dalam satuan volume skr/jam, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13. Konversi ke satuan kendaraan ringan (skr/jam) didapat dengan cara mengalikan jumlah masing-masing

jenis kendaraan dengan ekivalen kendaraan ringan (ekr) (Tabel 2.4).

Tabel 4.13 Data Lalu Lintas Tahun 2012

Jenis Kendaraan	vol (kend/jam)	ekr	vol (skr/jam)
Sepeda motor	574	0.8	459.2
Sedan, jeep, station	239	1	239
Oplet, minibus	289	1	289
Pick up, mikro truk	195	1	195
Bus kecil	6	2	12
Bus besar	1	2	2
Truk 2 sumbu kecil	26	2	52
Truk 2 sumbu besar	11	2	22
Truk tangki 3 sumbu	10	4	40
Truk gandengan	3	4	12
Truk semitrailer, truk trailer	4	4	16
Jumlah	1358		1338

Kemudian dilakukan perhitungan *trip assignment* dengan menggunakan metode Smock, yaitu menentukan berapa prosentase kendaraan yang akan melewati jalan eksisting (melewati Panggul-Dongko-Bendo) dan jalan rencana (melewati Panggul-Munjungan-Kampak-Bendo), untuk jalur jalan eksisting dan jalan rencana dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Keterangan : — : jalan eksisting
 - - - : jalan rencana

Gambar 4.3 Jalur Jalan Eksisting dan Jalan Rencana

Berikut ini adalah cara perhitungannya:

- Jalan eksisting
 - Tipe jalan : Dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD)
 - Tipe alinemen : Bukit
 - Fungsi jalan : Kolektor
 - Pemisah arah : 50%-50%
 - Kelas hambatan samping : Sedang
 - Lebar lajur efektif : 5 meter
 - Lebar bahu jalan : 1,5 meter
 - Panjang segmen (d) : 59 km
 - Pengembangan samping jalan : 50%
 - Analisa kecepatan arus bebas:
 - V_{BD} (Tabel 2.9) = 61 km/jam
 - V_{BL} (Tabel 2.10) = -9
 - FV_{HS} (Tabel 2.11) = 0,93
 - FV_{KFJ} (Tabel 2.12) = 0,91

$$\begin{aligned}
 V_B &= (V_{BD} + FV_{BL}) \times FV_{HS} \times FV_{KFJ} \dots\dots\dots(2.60) \\
 &= [61+(-9)] \times 0,93 \times 0,91 \\
 &= 44,0076 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

- Analisa kapasitas:

$$Co \text{ (Tabel 2.13)} = 2900 \text{ skr/jam}$$

$$F_{CL} \text{ (Tabel 2.14)} = 0,69$$

$$FC_{PA} \text{ (Tabel 2.15)} = 1$$

$$FC_{HS} \text{ (Tabel 2.16)} = 0,94$$

$$\begin{aligned}
 C &= Co \times F_{CL} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \text{ (skr/jam)} \dots\dots\dots(2.61) \\
 &= 2900 \times 0,69 \times 1 \times 0,94 \\
 &= 1880,94 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tempuh (t}_o\text{)} &= \text{panjang segmen} / V_B \\
 &= 59 / 44,0076 \\
 &= 1,341 \text{ jam} = 80,44065 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Jalan rencana

Tipe jalan : Dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD)

Tipe alinemen : Gunung

Fungsi jalan : Arteri

Pemisah arah : 50%-50%

Kelas hambatan samping : Sedang

Lebar lajur efektif : 7 meter

Lebar bahu jalan : 1,5 meter

Panjang segmen (d) : 67 km

Pengembangan samping jalan : 50%

- Analisa kecepatan arus bebas:

$$V_{BD} \text{ (Tabel 2.9)} = 55 \text{ km/jam}$$

$$V_{BL} \text{ (Tabel 2.10)} = 0$$

$$FV_{HS} \text{ (Tabel 2.11)} = 0,93$$

$$FV_{KFJ} \text{ (Tabel 2.12)} = 0,91$$

$$\begin{aligned}
 V_B &= (V_{BD} + FV_{BL}) \times FV_{HS} \times FV_{KFJ} \dots\dots\dots(2.60) \\
 &= (55+0) \times 0,93 \times 0,91 \\
 &= 46,5465 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

- Analisa kapasitas:

$$Co \text{ (Tabel 2.13)} = 2900 \text{ skr/jam}$$

$$\begin{aligned}
 F_{CL} \text{ (Tabel 2.14)} &= 1 \\
 FC_{PA} \text{ (Tabel 2.15)} &= 1 \\
 FC_{HS} \text{ (Tabel 2.16)} &= 0,94 \\
 C &= Co \times F_{CL} \times F_{PA} \times F_{HS} \text{ (skr/jam)} \dots\dots\dots(2.61) \\
 &= 2900 \times 1 \times 1 \times 0,94 \\
 &= 2726 \text{ skr/jam} \\
 \text{Waktu tempuh (t}_o\text{)} &= \text{panjang segmen} / V_B \\
 &= 67 / 46,5465 \\
 &= 1,439 \text{ jam} = 86,365 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka untuk menentukan prosentase kendaraan yang akan melewati jalan eksisting dan jalan rencana adalah dengan cara *incremental loading*. Total arus kendaraan di jalan eksisting dalam satuan skr/jam (Tabel 4.13) dibagi menjadi beberapa bagian volume *increment*. Setiap bagian volume *increment* tersebut dibebankan ke jaringan jalan secara bertahap, masing-masing dihitung dengan menggunakan waktu tempuh (t_o). Ketepatan model ini tergantung pada proporsi volume *increment* yang dibebankan. Bila total arus kendaraan sudah dibebankan seluruhnya maka dihentikan.

Tabel 4.14 di bawah ini menunjukkan hasil *incremental loading* yang digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan *Trip Assignment* Dengan Metode Smock

No.	Vol <i>increment</i> (skr/jam)	Jalan Eksisting			
		Vol- incr1	Vol1	V/C	t1 (menit)
1	0	0	0	0	80.44065
2	223	223	223	0.118558	90.56587
3	223	0	223	0.118558	90.56587
4	223	223	446	0.237115	101.9656
5	223	0	446	0.237115	101.9656
6	223	0	446	0.237115	101.9656

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan *Trip Assignment* Dengan Metode Smock (Lanjutan)

No.	Vol <i>increment</i> (skr/jam)	Jalan Eksisting			
		Vol- incr1	Vol1	V/C	t1 (menit)
7	223	223	669	0.355673	114.8002

No.	Vol <i>increment</i> (skr/jam)	Jalan Rencana			
		Vol- incr2	Vol2	V/C	t2 (menit)
1	0	0	0	0	86.36525
2	223	0	0	0	86.36525
3	223	223	223	0.081805	93.72737
4	223	0	223	0.081805	93.72737
5	223	223	446	0.16361	101.7171
6	223	223	669	0.245415	110.3878
7	223	0	669	0.245415	110.3878

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan berdasarkan Tabel 4.14.

- Pada baris ke-1:
 - Jalan eksisting
 - Vol. *increment* = 0 skr/jam
 - Vol. *increment* 1 = 0 skr/jam
 - Volume 1 = 0 skr/jam
 - V/C = 0 / 1880,94 = 0
 - t1 = $t_0 \times \text{Exp}(V/C)$ (2.59)
 - = 80.44065 x Exp(0)
 - = 80,44065 menit
 - Jalan rencana
 - Vol. *increment* = 0 skr/jam
 - Vol. *increment* 2 = 0 skr/jam
 - Volume 2 = 0 skr/jam

$$\begin{aligned}
 V/C &= 0 / 2726 = 0 \\
 t_2 &= t_0 \times \text{Exp}(V/C) \dots\dots\dots(2.59) \\
 &= 86,365 \times \text{Exp}(0) \\
 &= 86.36525 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

• Pada baris ke-2:

○ Jalan eksisting

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. increment} &= 223 \text{ skr/jam} \\
 \text{Vol. increment 1} &: \text{jika } t_1 < t_2, \text{ maka } = \text{vol. incr.} \\
 &= 223 \text{ skr/jam} \\
 \text{Volume 1} &: \text{akumulasi volume} \\
 &= 0 + 223 = 223 \text{ skr/jam} \\
 V/C &= 223 / 1880,94 = 0.118558 \\
 t_1 &= t_0 \times \text{Exp}(V/C) \dots\dots\dots(2.59) \\
 &= 80.44065 \times \text{Exp}(0.118558) \\
 &= 90.56587 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

○ Jalan rencana

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. increment} &= 223 \text{ skr/jam} \\
 \text{Vol. increment 2} &: \text{jika } t_1 < t_2, \text{ maka } = 0 \\
 &= 0 \text{ skr/jam} \\
 \text{Volume 2} &: \text{akumulasi volume} \\
 &= 0 + 0 = 0 \text{ skr/jam} \\
 V/C &= 0 / 2726 = 0 \\
 t_2 &= t_0 \times \text{Exp}(V/C) \dots\dots\dots(2.59) \\
 &= 86,365 \times \text{Exp}(0) \\
 &= 86.36525 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Total vol. kendaraan yang melewati jalan eksisting
 = 669 skr/jam

Total vol. kendaraan yang melewati jalan rencana
 = 669 skr/jam

$$\begin{aligned}
 \text{Sehingga total volume kendaraan} &= \text{volume 1} + \text{volume 2} \\
 &= 669 + 669 \\
 &= 1338 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

Prosentase kendaraan yang melewati jalan eksisting
 = $(669/1338) \times 100\% = 50\%$

Prosentase kendaraan yang melewati jalan rencana
 $= (669/1338) \times 100\% = 50\%$

Dari hasil prosentase di atas, maka dapat diketahui berapa total volume kendaraan pada masing-masing jenis kendaraan yang melewati jalan eksisting dan jalan rencana dengan cara mengalikan hasil prosentase dengan jumlah kendaraan pada masing-masing jenis kendaraan. Tabel 4.15 menunjukkan arus kendaraan yang melewati jalan eksisting dan Tabel 4.16 menunjukkan arus kendaraan yang melewati jalan rencana.

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Volume Kendaraan yang Melewati Jalan Eksisting

Jenis Kendaraan	Vol. (kend/jam) 50%
Sepeda motor	287
Sedan, jeep, station	120
Oplet, minibus	145
Pick up, mikro truk	97
Bus kecil	3
Bus besar	1
Truk 2 sumbu kecil	13
Truk 2 sumbu sedang	5
Truk tangki 3 sumbu	5
Truk gandengan	2
Truk semitrailer, truk trailer	2
Jumlah	679

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Volume Kendaraan yang Melewati Jalan Rencana

Jenis Kendaraan	Vol. (kend/jam) 50%
Sepeda motor	287
Sedan, jeep, station	120
Oplet, minibus	145
Pick up, mikro truk	97
Bus kecil	3
Bus besar	1
Truk 2 sumbu kecil	13
Truk 2 sumbu sedang	5
Truk tangki 3 sumbu	5
Truk gandengan	2
Truk semitrailer, truk trailer	2
Jumlah	679

Dengan cara yang sama, yaitu mengalikan hasil prosentase dengan jumlah kendaraan per hari pada masing-masing jenis kendaraan, maka dapat dihitung volume kendaraan per hari yang melewati jalan rencana. Hasil perhitungan volume kendaraan per hari akan ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Volume Kendaraan Per Hari yang Melewati Jalan Rencana

Jenis Kendaraan	Vol. (kend/hari) 50%
Sepeda motor	3149
Sedan, jeep, station	1478
Oplet, minibus	1789
Pick up, mikro truk	1211

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Volume Kendaraan Per Hari yang Melewati Jalan Rencana (Lanjutan)

Jenis Kendaraan	Vol. (kend/hari) 50%
Bus kecil	66
Bus besar	8
Truk 2 sumbu kecil	275
Truk 2 sumbu sedang	43
Truk tangki 3 sumbu	34
Truk gandengan	6
Truk semitrailer, truk trailer	14
Jumlah	8071

Jalan direncanakan dibuka pada tahun 2016, maka perlu dilakukan perhitungan pertumbuhan lalu lintas kendaraan pada tahun 2016. Perhitungan volume lalu lintas menggunakan angka pertumbuhan dari data PDRB dan jumlah penduduk Kabupaten Trenggalek. Angka pertumbuhan jenis kendaraan tercantum dalam Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Pertumbuhan Kendaraan Per Tahun

No.	Jenis Kendaraan	i (%)
1	Sepeda motor	5,42
2	Sedan, jeep, station	5,42
3	Oplet, minibus	0,41
4	Pick up, mikro truk	0,41
5	Bus kecil	0,41
6	Bus besar	0,41
7	Truk 2 sumbu kecil	5,85
8	Truk 2 sumbu sedang	5,85
9	Truk tangki 3 sumbu	5,85
10	Truk gandengan	5,85
11	Truk semitrailer	5,85

Angka pertumbuhan tiap kendaraan tersebut digunakan untuk menghitung volume lalu lintas tahun 2016 sebagai asumsi awal dibukanya jalan jalur lintas selatan. Hasil perhitungan volume lalu lintas tahun 2016 dan 2036 disajikan pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan volume lalu lintas tahun 2016 untuk kendaraan sepeda motor :

$$\begin{aligned}\text{LHR 2016} &= \text{volume kendaraan th.2012} \times (1+i)^n \\ &= 287 \text{ kend/jam} \times (1+5,42\%)^4 \\ &= 354 \text{ kendaraan/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{LHR 2016} &= \text{volume kendaraan th.2012} \times (1+i)^n \\ &= 3149 \text{ kend/hari} \times (1+5,42\%)^4 \\ &= 3888 \text{ kendaraan/hari}\end{aligned}$$

Pada tugas akhir ini direncanakan umur rencana 20 tahun dari awal pembukaan jalan. Sehingga perlu menghitung prediksi volume lalu lintas tahun 2036. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan volume lalu lintas tahun 2036 untuk kendaraan sepeda motor :

$$\begin{aligned}\text{LHR 2036} &= \text{LHR 2016} \times (1+i)^n \\ &= 354 \times (1+5,42\%)^{20} \\ &= 1018 \text{ kend/jam}\end{aligned}$$

Tabel 4.19 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas

No.	Gol. Kend.	Jenis Kendaraan	Th. 2012 (kend/jam)	Th. 2016 (kend/jam)	Th. 2026 (kend/jam)
1	1	Sepeda motor	287	354	1018
2	2	Sedan, jeep	120	148	424
3	3	Oplet, minibus	145	147	159
4	4	Pick up, mikro truk	97	99	107

Tabel 4.19 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas
(Lanjutan)

No.	Gol. Kend.	Jenis Kendaraan	Th. 2012 (kend/ jam)	Th. 2016 (kend/ jam)	Th. 2026 (kend/ jam)
5	5a	Bus kecil	3	3	3
6	5b	Bus besar	1	1	1
7	6a	Truk 2 sumbu kecil	13	16	51
8	6b	Truk 2 sumbu sedang	5	6	20
9	7a	Truk tangki 3 sumbu	5	6	20
10	7b	Truk gandengan	2	3	8
11	7c	Truk semitrailer, truk trailer	2	3	8

Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas
Per Hari

No	Gol. Kend.	Jenis Kendaraan	Th. 2012 (kend/hari)	Th. 2016 (kend/hari)
1	1	Sepeda motor	3149	3888
2	2	Sedan, jeep	1478	1825
3	3	Oplet, minibus	1789	1818
4	4	Pick up, mikro truk	1211	1231
5	5a	Bus kecil	66	67
6	5b	Bus besar	8	8
7	6a	Truk 2 sumbu kecil	275	345
8	6b	Truk 2 sumbu besar	43	54

Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas Per Hari (Lanjutan)

No	Gol. Kend.	Jenis Kendaraan	Th. 2012 (kend/hari)	Th. 2016 (kend/hari)
9	7a	Truk tangki 3 sumbu	34	43
10	7b	Truk gandengan	6	8
11	7c	Truk semitrailer, truk trailer	14	18

• Perhitungan Dj (Derajat Kejenuhan)

$$D_j = Q/C \dots\dots\dots(2.62)$$

- Pada saat kondisi jalan baru dibuka tahun 2016:

Tabel 4.21 di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan arus lalu lintas (Q) dari satuan kendaraan/jam dikonversi ke satuan volume skr/jam.

Tabel 4.21 Arus Lalu Lintas (Q) Tahun 2016

Jenis Kendaraan	vol (kend/jam)	ekr	vol (skr/jam)
Sepeda motor	354	0.7	248.0878129
Sedan, jeep, station	148	1	147.5684103
Oplet, minibus	147	1	146.8950331
Pick up, mikro truk	99	1	98.60773848
Bus kecil	3	3	9.149171611
Bus besar	1	3.2	3.253038795
Truk 2 sumbu kecil	16	3	48.95878759
Truk 2 sumbu besar	6	3	18.83030292
Truk tangki 3 sumbu	6	5.5	34.52222202
Truk gandengan	3	5.5	13.80888881

Tabel 4.21 Arus Lalu Lintas (Q) Tahun 2016 (Lanjutan)

Jenis Kendaraan	vol (kend/jam)	ekr	vol (skr/jam)
Truk semitrailer, truk trailer	3	5.5	13.80888881
Jumlah	785		783

Maka, $D_j = Q/C = 783/2726 = 0,29$

- Pada saat tahun rencana, tahun 2036:

Tabel 4.22 di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan arus lalu lintas (Q) dari satuan kendaraan/jam dikonversi ke satuan volume skr/jam.

Tabel 4.22 Arus Lalu Lintas (Q) Tahun 2036

Jenis Kendaraan	vol (kend/jam)	ekr	vol (skr/jam)
Sepeda motor	1018	0.4	407.0941393
Sedan, jeep, station	424	1	423.7608854
Oplet, minibus	159	1	159.478974
Pick up, mikro truk	107	1	107.0550898
Bus kecil	3	1.9	6.290866101
Bus besar	1	2.2	2.428053583
Truk 2 sumbu kecil	51	1.9	96.67033815
Truk 2 sumbu besar	20	1.9	37.18089929
Truk tangki 3 sumbu	20	4	78.27557745
Truk gandengan	8	4	31.31023098

Tabel 4.22 Arus Lalu Lintas (Q) Tahun 2026 (Lanjutan)

Jenis Kendaraan	vol (kend/jam)	ekr	vol (skr/jam)
Truk semitrailer, truk trailer	8	4	31.31023098
Jumlah	1818		1381

Maka, $D_j = \Sigma Q/C = 1381/2726 = 0,51 < 1$

Derajat kejenuhan kurang dari satu, maka jalan yang direncanakan dapat digunakan.

4.2.4 Pengolahan data curah hujan

Perhitungan curah hujan rata-rata dipergunakan untuk memprediksi debit banjir pada periode ulang 20 tahun dengan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun. Perhitungan ini menggunakan metode Gumbel. Pengolahan data curah hujan yang berasal dari stasiun hujan Munjungan terlampir pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perhitungan Data Curah Hujan

No.	Tahun	Hujan Rata2 Max Xi	Rata-Rata \bar{X}	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2011	371	203.9090909	167.0909	27919.37
2	2005	359	203.9090909	155.0909	24053.19
3	2013	286	203.9090909	82.09091	6738.917
4	2010	223	203.9090909	19.09091	364.4628
5	2014	163	203.9090909	-40.9091	1673.554
6	2007	163	203.9090909	-40.9091	1673.554
7	2012	159	203.9090909	-44.9091	2016.826
8	2009	157	203.9090909	-46.9091	2200.463
9	2015	139	203.9090909	-64.9091	4213.19

Tabel 4.23 Perhitungan Data Curah Hujan (Lanjutan)

No.	Tahun	Hujan Rata2 Max Xi	Rata-Rata \bar{X}	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
10	2006	126	203.9090909	-77.9091	6069.826
11	2008	97	203.9090909	-106.909	11429.55
Total		2243			88352.91

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{2243}{11} = 203,909 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan nilai standar deviasi menggunakan persamaan 2.82, yaitu sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{88352,91}{11-1}} = 93,996 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan curah hujan pada periode T tahun (20 tahun) menggunakan persamaan 2.85 dan persamaan 2.83, sebagai berikut:

$$Y_T = -\ln\left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]$$

$$Y_T = -\ln\left[\ln\left(\frac{20}{20-1}\right)\right] \\ = 2,9702$$

$$X_t = \bar{X} + \frac{y_t - y_n}{\sigma_n} s$$

$$X_t = 203,909 + \frac{2,9702 - 0,4996}{0,9676} 93,996 \\ = 443,912 \text{ mm/jam}$$

Dimana :

Nilai $Y_n = 0,4996$ (Tabel 2.40)

Nilai $\sigma_n = 0,9676$ (Tabel 2.40)

Sehingga diperoleh tinggi curah hujan rencana untuk periode ulang 20 tahun adalah 443,912 mm/jam.

BAB V

PEMBAHASAN

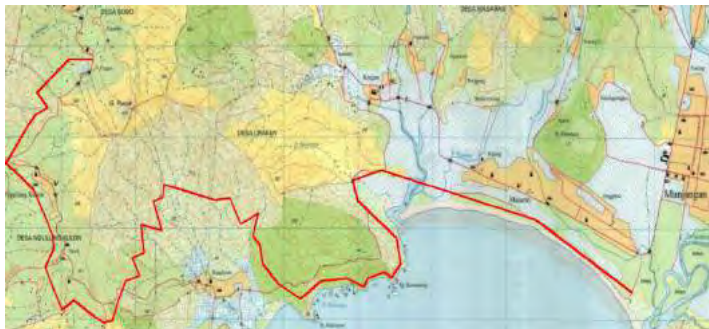
5.1 Perencanaan Geometrik

5.1.1 Penampang melintang jalan

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga (1997), jalan yang direncanakan termasuk dalam klasifikasi jalan arteri. Pada tugas akhir ini, ruas jalan arteri yang menghubungkan jalan Desa Sobo – Desa Munjungan direncanakan dengan kecepatan rencana 40 km/jam untuk daerah pegunungan dan kecepatan rencana 60 km/jam untuk daerah perbukitan, dengan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD), lebar jalan 7 meter, lebar per lajur 3,5 meter, dengan lebar bahu jalan 1,5 meter.

5.1.2 Perencanaan trase jalan

Perencanaan trase jalan mempertimbangkan kondisi di lapangan yang nantinya akan mempengaruhi desain jalan itu sendiri. Penentuan trase jalan berdasarkan pertimbangan kebutuhan galian dan timbunan yang seminimal mungkin dan kelandaian maksimum yang disyaratkan. Gambar trase jalan baru dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Trase Rencana Jalan

5.1.3 Kondisi medan

Klasifikasi jalan ditentukan berdasarkan kemiringan rata-rata pada trase yang direncanakan. Perhitungan kemiringan medan dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan 5.2.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Kemiringan Medan STA 25+850 – 28+764,35

No.	Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
		As Jalan	Kanan	Kiri		
1	B	7	6	8	25	8
2		7.6	7.5	8.8	25	5.2
3		8.5	6.7	7.7	25	4
4		9.9	5.3	6.5	25	4.8
5		9.1	5.3	8.4	25	12.4
6		8.1	6.6	10.4	25	15.2
7		6.6	4.9	8.5	25	14.4
8		4.3	3	5.1	25	8.4
9	PI46	4	5	7.5	25	10
10		4.9	8.3	10.3	25	8
11		5.8	8.1	10.2	25	8.4
12		5.1	6.8	9.3	25	10
13		7	5.1	7.5	25	9.6
14		7.1	4.5	5.5	25	4
15		8.3	5.9	7.7	25	7.2
16		9.4	7.3	9	25	6.8
17		10.6	8.8	9.7	25	3.6
18		11.8	9.9	10.9	25	4
19	PI45	12.5	12.4	15.5	25	12.4
20		12.3	12	12.4	25	1.6
					Total	158

Kemiringan medan = $158/20 = 7,9\%$

Berdasarkan Tabel 2.2, maka STA 25+850 – 28+764,35 termasuk dalam jenis medan perbukitan.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Kemiringan Medan STA 14+400 – 25+800

No.	Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
		As Jalan	Kanan	Kiri		
1	PI44	12.5	11.5	12.5	25	4
2	PI43	25	23	31	25	32
3		24	22.5	26	25	14
4		27.5	24.8	34	25	36.8
5	PI42	13	11	14.5	25	14
6		31.2	25	37.8	25	51.2
7	PI41	25	13.5	31.3	25	71.2
8	PI40	37.4	26	37.4	25	45.6
9	PI39	31	22.5	40	25	70
10	PI38	12.5	10.5	19	25	34
11	PI37	25	14.5	25.5	25	44
12	PI36	26.5	18.8	37.5	25	74.8
13		39	35.5	48.5	25	52
14	PI35	37.5	31.2	53	25	87.2
15		62	52.5	69	25	66
16	PI34	37.5	34	43.5	25	38
17		39.5	37	46	25	36
18	PI33	37.5	35.5	40	25	18
19		72	65.5	74.5	25	36
20	PI32	62.5	60.5	62.5	25	8
21	PI31	93	87.5	98	25	42

Tabel 5.2 Rekapitulasi Kemiringan Medan STA 14+400 – 25+800 (Lanjutan)

No.	Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
		As Jalan	Kanan	Kiri		
22	PI30	93.7	86	99	25	52
23	PI29	119	124	119	25	20
24	PI28	124.8	115	124.5	25	38
25		136	132	138	25	24
26	PI27	131.2	128.5	133.5	25	20
27	PI26	131	124	137.4	25	53.6
28		132.5	132	133	25	4
29		150	149	152	25	12
30	PI25	161	163	162	25	4
31	PI24	172	168.7	173.5	25	19.2
32	PI23	168	164.5	170	25	22
33		156.5	149.8	162.5	25	50.8
34	PI22	161	160.5	161.5	25	4
35	PI21	162.5	163.5	170	25	26
36		174	173.5	176	25	10
37	PI20	181.2	178	183	25	20
38	PI19	186	186.5	187.8	25	5.2
39	PI18	164	161	164	25	12
40	PI17	188.5	188	193	25	20
41		212.5	206.2	218.7	25	50
42	PI16	224.5	223.5	225.5	25	8
43	PI13	212.4	206.2	218.5	25	49.2
44		223.5	218	226	25	32
45	PI12	225	225	224.5	25	2

Tabel 5.2 Rekapitulasi Kemiringan Medan STA 14+400 – 25+800 (Lanjutan)

No.	Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
		As Jalan	Kanan	Kiri		
46	PI11	212.5	210.5	214.5	25	16
47		210.5	206.3	212.4	25	24.4
48		214.5	215	214	25	4
49	PI10	225	224.5	226	25	6
50	PI9	218	213.5	223.5	25	40
51	PI8	237.5	235.5	238	25	10
52		236	228.5	239	25	42
53		220	219.5	224	25	18
54	PI7	230	226.5	230.5	25	16
55		253	251	253.5	25	10
56		262.5	263	262	25	4
57		275.3	272.5	281	25	34
58	PI5	285	281.5	287	25	22
59	PI4	293	276	305	25	116
60	PI3	325	320	331	25	44
61	PI2	324.5	324	324.9	25	3.6
62		317.5	312	323	25	44
63		323	323.5	323	25	2
64	PI1	325	318.5	327	25	34
					Total	1922.8

Kemiringan medan = $1922,8/64 = 30,04\%$

Berdasarkan Tabel 2.2, maka STA 14+400 – 25+800 termasuk dalam jenis medan pegunungan.

5.1.4 Data perencanaan alinemen horisontal

Perencanaan alinemen horisontal menggunakan peraturan AASHTO, terdapat 3 (tiga) tipe tikungan yang dapat digunakan, antara lain *Full Circle*, *Spiral-Circle-Spiral*, dan *Spiral-Spiral*.

Kecepatan rencana yang digunakan adalah 40 km/jam sesuai dengan peraturan kelas jalan arteri luar kota.

Berikut merupakan data perencanaan jalan :

- Klasifikasi Jalan : Jalan Arteri Luar Kota
- Lebar jalan (2/2 UD) : 2 x 3,5m
- Kecepatan Rencana (V_R) : 40km/jam
- e max : 10%
- e normal : 2%

Tabel 5.3 di bawah ini merupakan data koordinat trase rencana jalan yang digunakan pada perhitungan alinemen horisontal :

Tabel 5.3 Koordinat Titik Trase Rencana

No	Nama Titik	Koordinat	
		X	Y
1	A (Start)	1312.997	2671.44
2	P1	1027.599	2671.44
3	P2	633.485	2331.584
4	P3	759.972	2180.781
5	P4	610.129	2102.976
6	P5	483.97	1959.169
7	P6	249.482	1614.528
8	P7	589.208	1349.116
9	P8	833.247	876.742
10	P9	835.489	739.909
11	P10	730.301	562.286
12	P11	938.147	132.233
13	P12	1088.339	225.118

Tabel 5.3 Koordinat Titik Trase Rencana
(Lanjutan)

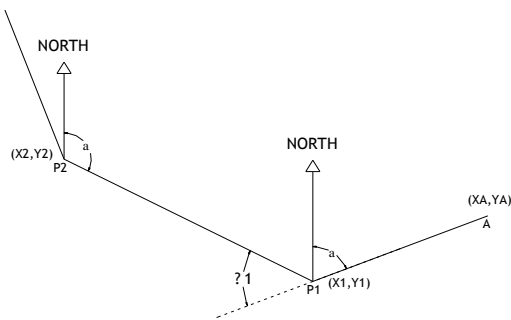
No	Nama Titik	Koordinat	
		X	Y
14	P13	1348.678	51.401
15	P14	1454.882	3.95
16	P15	1561.774	14.142
17	P16	1608.719	163.611
18	P17	1729.465	418.084
19	P18	1896.88	476.195
20	P19	1803.212	658.565
21	P20	1958.144	705.98
22	P21	1923.305	994.654
23	P22	2169.005	936.117
24	P23	2068.061	1230.455
25	P24	2187.916	1270.285
26	P25	2205.399	1401.221
27	P26	2831.022	1246.258
28	P27	3018.675	1262.57
29	P28	3153.573	1000.211
30	P29	3366.269	1103.621
31	P30	3303.037	880.256
32	P31	3388.139	780.979
33	P32	3428.775	586.117
34	P33	3614.472	395.545
35	P34	3890.628	236.764
36	P35	4137.991	419.837
37	P36	4465.285	448.892
38	P37	4668.687	362.074

Tabel 5.3 Koordinat Titik Trase Rencana (Lanjutan)

No	Nama Titik	Koordinat	
		X	Y
39	P38	4724.876	447.032
40	P39	4924.165	513.466
41	P40	5016.873	456.77
42	P41	5131.204	587.977
43	P42	5082.269	858.654
44	P43	4600.228	1236.406
45	P44	4535.362	1442.389
46	P45	4894.103	1546.587
47	P46	6799.826	1044.849
48	B (Finish)	7989.898	305.467

5.1.5 Perhitungan sudut azimuth

Contoh sudut azimuth ditunjukkan pada Gambar 5.2 di bawah ini.



Gambar 5.2 Dasar Perhitungan Sudut Azimuth

Di bawah ini adalah salah satu contoh perhitungan sudut azimuth:

$$\begin{aligned}
 \alpha_{PI1} &= 180^\circ + \arctg \left(\frac{X_{PI2} - X_{PI1}}{Y_{PI2} - Y_{PI1}} \right) \\
 &= 180^\circ + \arctg \left(\frac{633,485 - 1027,599}{2331,584 - 2671,44} \right) \\
 &= 229,23^\circ
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan sudut azimuth titik lainnya akan disajikan dalam tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Sudut Azimuth

Nama Titik	Sudut Azimuth (°)
A	270.00
P1	229.23
P2	140.01
P3	242.56
P4	221.26
P5	214.23
P6	128.00
P7	152.68
P8	179.06
P9	210.63
P10	154.21
P11	58.27
P12	123.71
P13	114.07
P14	84.55
P15	17.44
P16	25.38
P17	70.86
P18	332.81
P19	72.98
P20	353.12
P21	103.40

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Sudut Azimuth (Lanjutan)

Nama Titik	Sudut Azimuth (°)
P22	341.07
P23	71.62
P24	7.61
P25	103.91
P26	85.03
P27	152.79
P28	64.07
P29	195.81
P30	139.40
P31	168.22
P32	135.74
P33	119.90
P34	53.49
P35	84.93
P36	113.11
P37	33.48
P38	71.56
P39	121.45
P40	41.07
P41	349.75
P42	308.08
P43	342.52
P44	73.80
P45	104.75
P46	121.85
B	301.85

5.1.6 Perhitungan sudut tikungan

Perhitungan sudut tikungan berdasarkan pada perhitungan sudut azimuth yang telah dihitung sebelumnya.

Di bawah ini adalah salah satu contoh perhitungan sudut tikungan:

Sudut tikungan PI1:

$$\begin{aligned}\Delta 1 &= \alpha_A - \alpha_{PI1} \\ &= 270^{\circ} - 229,23^{\circ} \\ &= 40,77^{\circ}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan sudut tikungan titik lainnya akan disajikan dalam tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Sudut Tikungan

Nama Titik	Sudut Tikungan (°)
$\Delta 1$	40.77
$\Delta 2$	89.22
$\Delta 3$	102.55
$\Delta 4$	21.30
$\Delta 5$	7.03
$\Delta 6$	86.23
$\Delta 7$	24.68
$\Delta 8$	26.38
$\Delta 9$	31.57
$\Delta 10$	56.43
$\Delta 11$	95.94
$\Delta 12$	65.45
$\Delta 13$	9.64
$\Delta 14$	29.52
$\Delta 15$	67.12
$\Delta 16$	7.95
$\Delta 17$	45.47
$\Delta 18$	98.04

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Sudut Tikungan (Lanjutan)

Nama Titik	Sudut Tikungan (°)
$\Delta 19$	100.17
$\Delta 20$	79.87
$\Delta 21$	110.28
$\Delta 22$	122.33
$\Delta 23$	90.55
$\Delta 24$	64.01
$\Delta 25$	96.31
$\Delta 26$	18.88
$\Delta 27$	67.76
$\Delta 28$	88.72
$\Delta 29$	131.73
$\Delta 30$	56.41
$\Delta 31$	28.82
$\Delta 32$	32.48
$\Delta 33$	15.84
$\Delta 34$	66.40
$\Delta 35$	31.43
$\Delta 36$	28.19
$\Delta 37$	79.63
$\Delta 38$	38.08
$\Delta 39$	49.88
$\Delta 40$	80.38
$\Delta 41$	51.32
$\Delta 42$	41.67
$\Delta 43$	34.44
$\Delta 44$	91.28
$\Delta 45$	30.95

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Sudut Tikungan (Lanjutan)

Nama Titik	Sudut Tikungan (°)
Δ46	17.10

5.1.7 Perhitungan jarak

Perhitungan jarak berdasarkan pada koordinat titik trase rencana.

Di bawah ini adalah salah satu contoh perhitungan jarak:

$$\begin{aligned}
 d \text{ A-PII} &= \sqrt{(x_{PI1} - x_A)^2 + (y_{PI1} - y_A)^2} \\
 &= \sqrt{(1027,599 - 1312,997)^2 + (2671,44 - 2671,44)^2} \\
 &= 285,398 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan jarak titik lainnya akan disajikan dalam tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Jarak

No.	Nama Titik	Jarak (m)	Jarak Kumulatif (m)
1	dA-P1	285.398	285.398
2	dP1-dP2	520.411	805.809
3	dP2-dP3	196.826	1002.635
4	dP3-dP4	168.839	1171.474
5	dP4-dP5	191.302	1362.776
6	dP5-dP6	416.847	1779.623
7	dP6-dP7	431.112	2210.735
8	dP7-dP8	531.688	2742.423
9	dP8-dP9	136.851	2879.274
10	dP9-dP10	206.433	3085.707
11	dP10-dP11	477.646	3563.353
12	dP11-dP12	176.594	3739.947
13	dP12-dP13	312.976	4052.923
14	dP13-dP14	116.323	4169.246

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Jarak (Lanjutan)

No.	Nama Titik	Jarak (m)	Jarak Kumulatif (m)
15	dP14-dP15	107.376	4276.622
16	dP15-dP16	156.668	4433.29
17	dP16-dP17	281.666	4714.956
18	dP17-dP18	177.214	4892.17
19	dP18-dP19	205.018	5097.188
20	dP19-dP20	162.024	5259.212
21	dP20-dP21	290.769	5549.981
22	dP21-dP22	252.577	5802.558
23	dP22-dP23	311.166	6113.724
24	dP23-dP24	126.3	6240.024
25	dP24-dP25	132.098	6372.122
26	dP25-dP26	644.529	7016.651
27	dP26-dP27	188.36	7205.011
28	dP27-dP28	295.009	7500.02
29	dP28-dP29	236.502	7736.522
30	dP29-dP30	232.143	7968.665
31	dP30-dP31	130.76	8099.425
32	dP31-dP32	199.054	8298.479
33	dP32-dP33	266.085	8564.564
34	dP33-dP34	318.549	8883.113
35	dP34-dP35	307.741	9190.854
36	dP35-dP36	328.581	9519.435
37	dP36-dP37	221.156	9740.591
38	dP37-dP38	101.858	9842.449
39	dP38-dP39	210.07	10052.519
40	dP39-dP40	108.67	10161.189
41	dP40-dP41	174.031	10335.22

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Jarak (Lanjutan)

No.	Nama Titik	Jarak (m)	Jarak Kumulatif (m)
42	dP41-dP42	275.065	10610.285
43	dP42-dP43	612.422	11222.707
44	dP43-dP44	215.955	11438.662
45	dP44-dP45	373.567	11812.229
46	dP45-dP46	1970.665	13782.894
47	dP46-dB	1401.056	15183.95

5.1.8 Perhitungan tikungan

Perhitungan Tikungan merupakan perhitungan parameter-parameter lengkung baik pada tipe *Full Circle*, *Spiral-Circle-Spiral*, dan *Spiral-Spiral*.

Berikut merupakan salah satu perhitungan parameter lengkung jalan rencana :

Data perencanaan jalan :

- Klasifikasi Jalan : Arteri Luar Kota
- Lebar jalan (2/2UD) : 2 x 3,5m
- Kecepatan Rencana (V_R) : 40km/jam
- e max : 10%
- e normal : 2%

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (e_{max} + f)} \dots\dots\dots(2.8)$$
$$= \frac{40^2}{127 (0,10 + 0,14)} = 52,49 \text{ m} \approx 53 \text{ m}$$

Tikungan PI 1

Tikungan terletak pada STA 14+685,40

Diketahui :

- Δ = 40,77^o
- R_{min} = 53 m
- R = 250 m
- e_{max} = 10% = 0,10
- Ls = 22 m (dari Tabel 2.7)

Pada Tabel 5.7 menunjukkan hasil perhitungan nilai e berdasarkan AASHTO 2004.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Superelevasi

No.	Nama Tikungan	Vd (km/jam)	$\Delta(^{\circ})$	R (m)	emaks	fmaxs	D	Dmaks	Dp	h	tg $\alpha 2$	tg $\alpha 2$	Mo	f1	f2	f(D)	e+f	e (AASHTO 2004)
1	PI1	40	40.77	250	0.1	0.166	5.730	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.017	0.02	0.017	0.05	0.033
2	PI2	40	89.22	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
3	PI3	40	102.55	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
4	PI4	40	21.30	200	0.1	0.166	7.162	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.022	0.02	0.022	0.06	0.041
5	PI5	40	7.03	400	0.1	0.166	3.581	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.010	0.01	0.010	0.03	0.022
6	PI6	40	86.23	100	0.1	0.166	14.324	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.055	0.05	0.055	0.13	0.071
7	PI7	40	24.68	400	0.1	0.166	3.581	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.010	0.01	0.010	0.03	0.022
8	PI8	40	26.38	110	0.1	0.166	13.022	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.048	0.05	0.048	0.11	0.066
9	PI9	40	31.57	100	0.1	0.166	14.324	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.055	0.05	0.055	0.13	0.071
10	PI10	40	56.43	100	0.1	0.166	14.324	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.055	0.05	0.055	0.13	0.071
11	PI11	40	95.94	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
12	PI12	40	65.45	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
13	PI13	40	9.64	300	0.1	0.166	4.775	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.014	0.02	0.014	0.04	0.028
14	PI14	40	29.52	100	0.1	0.166	14.324	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.055	0.05	0.055	0.13	0.071
15	PI15	40	67.12	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
16	PI16	40	7.95	400	0.1	0.166	3.581	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.010	0.01	0.010	0.03	0.022
17	PI17	40	45.47	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
18	PI18	40	98.04	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
19	PI19	40	100.17	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
20	PI20	40	79.87	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
21	PI21	40	110.28	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
22	PI22	40	122.33	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
23	PI23	40	90.55	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
24	PI24	40	64.01	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
25	PI25	40	96.31	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
26	PI26	40	18.88	200	0.1	0.166	7.162	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.022	0.02	0.022	0.06	0.041
27	PI27	40	67.76	100	0.1	0.166	14.324	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.055	0.05	0.055	0.13	0.071
28	PI28	40	88.72	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
29	PI29	40	131.73	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
30	PI30	40	56.41	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
31	PI31	40	28.82	200	0.1	0.166	7.162	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.022	0.02	0.022	0.06	0.041
32	PI32	40	32.48	200	0.1	0.166	7.162	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.022	0.02	0.022	0.06	0.041
33	PI33	40	15.84	250	0.1	0.166	5.730	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.017	0.02	0.017	0.05	0.033
34	PI34	40	66.40	200	0.1	0.166	7.162	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.022	0.02	0.022	0.06	0.041
35	PI35	40	31.43	150	0.1	0.166	9.549	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.032	0.03	0.032	0.08	0.052
36	PI36	40	28.19	150	0.1	0.166	9.549	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.032	0.03	0.032	0.08	0.052
37	PI37	40	79.63	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
38	PI38	40	38.08	80	0.1	0.166	17.905	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.075	0.07	0.075	0.16	0.083
39	PI39	40	49.88	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
40	PI40	40	80.38	60	0.1	0.166	23.873	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.113	0.11	0.115	0.21	0.095
41	PI41	40	51.32	100	0.1	0.166	14.324	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.055	0.05	0.055	0.13	0.071
42	PI42	40	41.67	100	0.1	0.166	14.324	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.055	0.05	0.055	0.13	0.071
43	PI43	40	34.44	200	0.1	0.166	7.162	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.022	0.02	0.022	0.06	0.041
44	PI44	40	91.28	100	0.1	0.166	14.324	30.243	15.736	0.038	0.002	0.009	0.024	0.055	0.05	0.055	0.13	0.071
45	PI45	60	30.95	200	0.1	0.153	7.162	12.784	6.994	0.038	0.005	0.020	0.023	0.063	0.06	0.063	0.14	0.079
46	PI46	60	17.10	400	0.1	0.153	3.581	12.784	6.994	0.038	0.005	0.020	0.023	0.026	0.03	0.026	0.07	0.045

Dari hasil perhitungan AASHTO 2004 seperti pada Tabel 5.7, kemudian dibandingkan dengan nilai superelevasi berdasarkan AASHTO 2011 (dari Tabel 2.8) dan hasil *software Land Desktop* yang disajikan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perbandingan Nilai e

No.	Nama Tikungan	e (AASHTO 2004)	e (AASHTO 2011)	e (Land Desktop)
1	PI1	0.033	0.04	0.03
2	PI2	0.095	0.09	0.04
3	PI3	0.095	0.09	0.04
4	PI4	0.041	0.048	0.028
5	PI5	0.022	0.026	0.021
6	PI6	0.071	0.072	0.036
7	PI7	0.022	0.026	0.021
8	PI8	0.066	0.068	0.035
9	PI9	0.071	0.072	0.036
10	PI10	0.071	0.072	0.036
11	PI11	0.095	0.09	0.04
12	PI12	0.095	0.09	0.04
13	PI13	0.028	0.034	0.024
14	PI14	0.071	0.072	0.036
15	PI15	0.095	0.09	0.04
16	PI16	0.022	0.026	0.021
17	PI17	0.095	0.09	0.04
18	PI18	0.095	0.09	0.04
19	PI19	0.095	0.09	0.04
20	PI20	0.095	0.09	0.04
21	PI21	0.095	0.09	0.04
22	PI22	0.095	0.09	0.04
23	PI23	0.095	0.09	0.04
24	PI24	0.095	0.09	0.04
25	PI25	0.095	0.09	0.04
26	PI26	0.041	0.048	0.028
27	PI27	0.071	0.072	0.036
28	PI28	0.095	0.09	0.04
29	PI29	0.095	0.09	0.04
30	PI30	0.095	0.09	0.04
31	PI31	0.041	0.048	0.028
32	PI32	0.041	0.048	0.028
33	PI33	0.033	0.04	0.026
34	PI34	0.041	0.048	0.028
35	PI35	0.052	0.058	0.031
36	PI36	0.052	0.058	0.031
37	PI37	0.095	0.09	0.04
38	PI38	0.083	0.08	0.038
39	PI39	0.095	0.09	0.04
40	PI40	0.095	0.09	0.04
41	PI41	0.071	0.072	0.036
42	PI42	0.071	0.072	0.036
43	PI43	0.041	0.048	0.028
44	PI44	0.071	0.072	0.036
45	PI45	0.079	0.078	0.038
46	PI46	0.045	0.048	0.029

$e = 2,6\% = 0,026$ (hasil dari *Software Land Desktop*)

Perhitungan lengkung S-C-S

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\theta_s = \frac{90 * 22}{\pi * 250} = 2,52^\circ$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \theta_s) * \pi R}{180} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$L_c = \frac{(40,77 - 2 * 2,52) * \pi * 250}{180} = 155,90 \text{ meter}$$

Karena L_c lebih besar dari 25 meter, maka disarankan menggunakan lengkung *Spiral – Circle – Spiral*.

$$p = \frac{L_s^2}{6 R} - R (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.16)$$

$$p = \frac{22^2}{6 * 250} - 250 * (1 - \cos 2,52) = 0,08 \text{ meter}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R * \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.17)$$

$$k = 22 - \frac{22^3}{40 * 250^2} - 250 * \sin 2,52 = 11 \text{ meter}$$

$$T_s = (R + p) * \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \dots\dots\dots(2.18)$$

$$T_s = (250 + 0,08) * \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} * 40,77 \right) + 11 = 103,93 \text{ meter}$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \dots\dots\dots(2.19)$$

$$E = \frac{250 + 0,08}{\cos\left(\frac{1}{2} * 40,77\right)} - 250 = 16,79 \text{ meter}$$

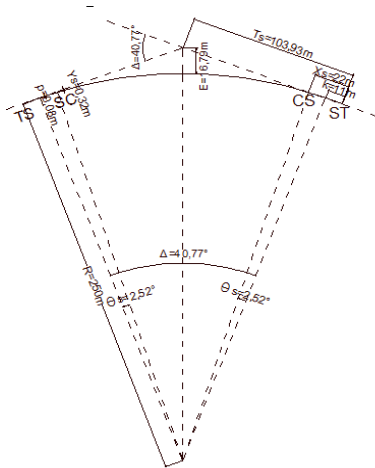
$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 * R^2} \right) \dots\dots\dots(2.20)$$

$$X_s = 22 * \left(1 - \frac{22^2}{40 * 250^2} \right) = 22 \text{ meter}$$

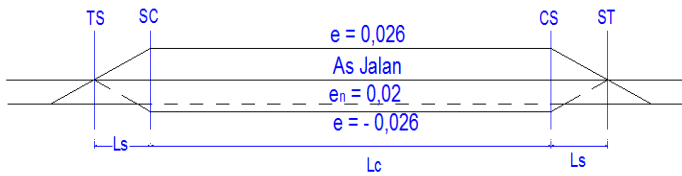
$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 * R} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$Y_s = \frac{22^2}{6 * 250} = 0,32 \text{ meter}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka dapat digambarkan lengkung alinemen horisontal dan diagram superelevasi pada tikungan PI1 seperti pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.



Gambar 5.3 Lengkung Alinemen Horisontal PI1



Gambar 5.4 Diagram Superelevasi PI1

Untuk perhitungan lengkung *Spiral-Circle-Spiral* pada tikungan yang lainnya tercantum pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horizontal

Kode	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10
V_R (km/jam)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
f	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
R (m)	250	60	60	200	400	100	400	110	100	100
e	0.026	0.04	0.04	0.028	0.021	0.036	0.021	0.035	0.036	0.036
Δ (°)	40.77	89.22	102.55	21.30	7.03	86.23	24.68	26.38	31.57	56.43
m_{max}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
re (m/m/dt)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Ls (m)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Θs (°)	2.52	10.50	10.50	3.15	1.58	6.30	1.58	5.73	6.30	6.30
p (m)	0.08	0.34	0.34	0.10	0.05	0.20	0.05	0.18	0.20	0.20
k (m)	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99
Ts (m)	103.93	70.51	86.23	48.63	35.57	104.81	98.51	36.82	39.32	64.76
Es (m)	16.79	24.75	36.45	3.61	0.80	37.27	9.51	3.17	4.129	13.71
Lc (m)	155.90	71.43	85.39	52.35	27.07	128.50	150.29	28.65	33.10	76.49
Xs (m)	21.99	21.93	21.93	21.99	21.99	21.97	21.99	21.98	21.97	21.97
Ys (m)	0.32	1.34	1.344	0.40	0.20	0.81	0.20	0.73	0.81	0.81

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horizontal (Lanjutan)

Kode	PI 11	PI 12	PI 13	PI 14	PI 15	PI 16	PI 17	PI 18	PI 19	PI 20
V_R (km/jam)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
f	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
R (m)	60	60	300	100	60	400	60	60	60	60
e	0.04	0.04	0.024	0.036	0.04	0.021	0.04	0.04	0.04	0.04
Δ (°)	95.94	65.45	9.64	29.52	67.12	7.95	45.47	98.04	100.17	79.87
m_{max}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
re (m/m/dt)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Ls (m)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Θs (°)	10.50	10.50	2.10	6.30	10.50	1.58	10.50	10.50	10.50	10.50
p (m)	0.34	0.34	0.07	0.20	0.34	0.05	0.34	0.34	0.34	0.34
k (m)	10.99	10.99	11.00	11.00	10.99	11.00	10.99	10.99	10.99	10.99
Ts (m)	77.93	49.76	36.30	37.40	51.01	38.79	36.27	80.45	83.11	61.50
Es (m)	30.12	11.72	1.13	3.62	12.41	1.01	5.42	32.01	34.04	18.69
Lc (m)	78.47	46.54	28.47	29.52	48.28	33.49	25.62	80.67	82.90	61.63
Xs (m)	21.93	21.93	22.00	21.97	21.93	22.00	21.93	21.93	21.93	21.93
Ys (m)	1.34	1.34	0.27	0.81	1.34	0.20	1.34	1.34	1.34	1.34

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horizontal (Lanjutan)

Kode	PI 21	PI 22	PI 23	PI 24	PI 25	PI 26	PI 27	PI 28	PI 29	PI 30
V_R (km/jam)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
f	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
R (m)	60	60	60	60	60	200	100	60	60	60
e	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.028	0.036	0.04	0.04	0.04
Δ (°)	110.28	122.33	90.55	64.01	96.31	18.88	67.76	88.72	131.73	56.41
m_{max}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
re (m/m/dt)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Ls (m)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Θs (°)	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	3.15	6.30	10.50	10.50	10.50
p (m)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.10	0.20	0.34	0.34	0.34
k (m)	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	11.00	11.00	10.99	10.99	10.99
Ts (m)	97.61	120.59	71.91	48.70	78.36	44.27	78.27	69.99	145.67	43.35
Es (m)	45.57	65.11	25.74	11.16	30.44	2.85	20.69	24.39	87.58	8.47
Lc (m)	93.49	106.10	72.82	45.03	78.85	43.90	96.26	70.90	115.95	37.07
Xs (m)	21.93	21.93	21.93	21.93	21.93	21.99	21.97	21.93	21.93	21.93
Ys (m)	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	0.40	0.81	1.34	1.34	1.34

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horizontal (Lanjutan)

Kode	PI 31	PI 32	PI 33	PI 34	PI 35	PI 36	PI 37	PI 38	PI 39	PI 40
V_R (km/jam)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
f	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
R (m)	200	200	250	200	150	150	60	80	60	60
e	0.028	0.028	0.026	0.028	0.031	0.031	0.04	0.038	0.04	0.04
Δ (°)	28.82	32.48	15.84	66.40	31.43	28.19	79.63	38.08	49.88	80.38
m_{max}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
re (m/m/dt)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Ls (m)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Θs (°)	3.15	3.15	2.52	3.15	4.20	4.20	10.50	7.88	10.50	10.50
p (m)	0.10	0.10	0.08	0.10	0.13	0.13	0.34	0.25	0.34	0.34
k (m)	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	10.99	10.99	10.99	10.99
Ts (m)	62.42	69.28	45.80	141.95	53.24	48.69	61.29	38.69	39.05	61.96
Es (m)	6.60	8.42	2.49	39.14	5.97	4.79	18.56	4.90	6.55	18.99
Lc (m)	78.62	91.37	47.14	209.79	60.29	51.79	61.39	31.18	30.24	62.17
Xs (m)	21.99	21.99	22.00	21.99	21.99	21.99	21.93	21.96	21.93	21.93
Ys (m)	0.40	0.40	0.32	0.40	0.54	0.54	1.34	1.01	1.34	1.34

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horisontal (Lanjutan)

Hitungan	PI 41	PI 42	PI 43	PI 44	PI 45	PI 46
V_R (km/jam)	40	40	40	40	60	60
f	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
R (m)	100	100	200	100	200	400
e	0.036	0.036	0.028	0.036	0.038	0.021
Δ (°)	51.32	41.67	34.44	91.28	30.95	17.10
m_{\max}	100	100	100	100	125	125
re (m/m/dt)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Ls (m)	22	22	22	22	33	33
Θ_s (°)	6.30	6.30	3.15	6.30	4.73	2.36
p (m)	0.20	0.20	0.10	0.20	0.23	0.11
k (m)	11.00	11.00	11.00	11.00	16.5	16.5
Ts (m)	59.13	49.13	73.01	113.47	71.92	76.66
Es (m)	11.16	7.21	9.49	43.32	7.76	4.61
Lc (m)	67.56	50.72	98.21	137.32	75.02	86.40
Xs (m)	21.97	21.97	21.99	21.97	32.98	32.99
Ys (m)	0.81	0.81	0.40	0.81	0.91	0.45

5.1.9 Perhitungan jarak kebebasan samping

Perhitungan jarak kebebasan samping dimaksudkan untuk memberikan jarak aman pengendara untuk melihat rintangan di depannya. Contoh perhitungan jarak kebebasan pada tikungan 1 adalah sebagai berikut :

$$E = R' \left[1 - \cos\left(\frac{28,65 \times S}{R'}\right) \right] \dots\dots\dots(2.44)$$

$$R' = R - (0,5 \times \text{lebar jalan})$$

$$= 250 - (0,5 \times 7)$$

$$= 246,5 \text{ meter}$$

$$S = 0,278 \times V \times t + \frac{V^2}{254 f_m} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$= 0,278 \times 40 \times 2,5 + \frac{40^2}{254 \times 0,38}$$

$$= 44,38 \text{ meter}$$

$$L_{\text{total}} = (2 \times L_s) + L_c$$

$$= (2 \times 22) + 60,29$$

$$= 104,29 \text{ meter}$$

$$E = R' \left[1 - \cos\left(\frac{28,65 \times S}{R'}\right) \right]$$

$$= 246,5 \left[1 - \cos\left(\frac{28,65 \times 44,38}{146,5}\right) \right]$$

$$= 1 \text{ meter}$$

Adapun hasil perhitungan jarak kebebasan samping untuk tikungan lainnya disajikan pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Jarak Kebebasan Samping

Kode	R' (m)	S (m)	L total (m)	E (m)
PI1	246.50	44.38	199.90	1.00
PI2	56.50	44.38	115.43	4.30
PI3	56.50	44.38	129.39	4.30
PI4	196.50	44.38	96.35	1.25
PI5	396.50	44.38	71.07	0.62
PI6	96.50	44.38	172.50	2.54
PI7	396.50	44.38	194.29	0.62
PI8	106.50	44.38	72.65	2.30

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Jarak Kebebasan Samping
(Lanjutan)

Kode	R' (m)	S (m)	L total (m)	E (m)
PI9	96.50	44.38	77.10	2.54
PI10	96.50	44.38	120.49	2.54
PI11	56.50	44.38	122.47	4.30
PI12	56.50	44.38	90.54	4.30
PI13	296.50	44.38	72.47	0.83
PI14	96.50	44.38	73.52	2.54
PI15	56.50	44.38	92.28	4.30
PI16	396.50	44.38	77.49	0.62
PI17	56.50	44.38	69.62	4.30
PI18	56.50	44.38	124.67	4.30
PI19	56.50	44.38	126.90	4.30
PI20	56.50	44.38	105.63	4.30
PI21	56.50	44.38	137.49	4.30
PI22	56.50	44.38	150.10	4.30
PI23	56.50	44.38	116.82	4.30
PI24	56.50	44.38	89.03	4.30
PI25	56.50	44.38	122.85	4.30
PI26	196.50	44.38	87.90	1.25
PI27	96.50	44.38	140.26	2.54
PI28	56.50	44.38	114.90	4.30
PI29	56.50	44.38	159.95	4.30
PI30	56.50	44.38	81.07	4.30
PI31	196.50	44.38	122.62	1.25
PI32	196.50	44.38	135.37	1.25
PI33	246.50	44.38	91.14	1.00
PI34	196.50	44.38	253.79	1.25

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Jarak Kebebasan Samping
(Lanjutan)

Kode	R' (m)	S (m)	L total (m)	E (m)
PI35	146.50	44.38	104.29	1.68
PI36	146.50	44.38	95.79	1.68
PI37	56.50	44.38	105.39	4.30
PI38	76.50	44.38	105.39	3.20
PI39	56.50	44.38	74.24	4.30
PI40	56.50	44.38	106.17	4.30
PI41	96.50	44.38	111.56	2.54
PI42	96.50	44.38	94.72	2.54
PI43	196.50	44.38	142.21	1.25
PI44	96.50	44.38	181.32	2.54
PI45	246.50	44.38	141.02	1.25
PI46	396.50	44.38	152.40	0.62

5.1.10 Perhitungan pelebaran pada tikungan

Perhitungan pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk memberikan tambahan lebar jalan agar mempermudah pengemudi dalam melewati tikungan. Contoh perhitungan pelebaran pada tikungan PI1, PI23, dan PI33 adalah sebagai berikut :

$$\mu = 2,5$$

$$R = 250 \text{ meter}$$

$$L = 6,5 \text{ meter}$$

$$A = 1,5 \text{ meter}$$

$$V = 40 \text{ km/jam}$$

$$n = 2$$

$$C = 0,9 \text{ meter}$$

$$W_n = 7 \text{ meter}$$

$$U = \mu + R - \sqrt{R^2 - L^2} \dots\dots\dots(2.48)$$

$$= 2,5 + 250 - \sqrt{250^2 - 6,5^2} = 2,58 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned}
 Fa &= \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \dots\dots\dots(2.49) \\
 &= \sqrt{250^2 + 1,5(2 \times 6,5 + 1,5 - 250)} \\
 &= 0,04 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{v}{\sqrt{R}} \dots\dots\dots(2.50) \\
 &= \frac{40}{\sqrt{250}} \\
 &= 0,27 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Wc &= n(U+C) + (n-1)Fa + Z \dots\dots\dots(2.47) \\
 &= 2(2,58 + 0,9) + (2-1) \times 0,04 + 0,27 \\
 &= 7,28 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \omega &= Wc - Wn \dots\dots\dots(2.46) \\
 &= 7,28 - 7 \\
 &= 0,28 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan pelebaran pada tikungan untuk tikungan lainnya disajikan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Pelebaran Pada Tikungan

Kode Tikungan	R (m)	U (m)	Fa (m)	Z (m)	Wc (m)	ω (m)
PI1, PI23, PI33	250	2.58	0.04	0.27	7.28	0.28
PI2, PI3, PI11, PI12, PI15, PI17, PI18, PI19, PI20, PI21, PI22, PI23, PI24, PI25, PI28, PI29, PI30, PI37, PI39, PI40	60	2.85	0.18	0.54	8.23	1.23
PI4, PI26, PI31, PI32, PI34, PI43	200	2.61	0.05	0.30	7.36	0.36
PI5, PI7, PI16	400	2.55	0.03	0.21	7.14	0.14
PI6, PI9, PI10, PI14, PI27, PI41, PI42, PI44	100	2.71	0.11	0.42	7.75	0.75
PI8	110	2.69	0.10	0.40	7.68	0.68
PI13	300	2.57	0.04	0.24	7.22	0.22

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Pelebaran Pada Tikungan
(Lanjutan)

Kode Tikungan	R (m)	U (m)	Fa (m)	Z (m)	Wc (m)	ω (m)
PI35, PI36	150	2.64	0.07	0.34	7.50	0.50
PI38	80	2.76	0.14	0.47	7.93	0.93
PI45	200	2.61	0.05	0.45	7.51	0.51
PI46	400	2.55	0.03	0.32	7.25	0.25

5.1.11 Perhitungan alinemen vertikal

Alinemen vertikal didefinisikan sebagai perpotongan antara bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994).

Perencanaan alinemen vertikal mempertimbangkan berbagai aspek, khususnya pada galian dan timbunan, karena hal ini akan berdampak langsung pada biaya konstruksi jalan itu sendiri. Di bawah ini adalah contoh perhitungan alinemen vertikal pada PV1.

Diketahui lengkung vertikal PV1:

STA 14+450

El. PPV1 = 330,1 m

V = 40 km/jam

A. Perhitungan kelandaian rencana

$$g_n = \frac{\Delta h}{\Delta L} \times 100\%$$

Tahapan perhitungan :

$$g1 = \frac{elvPPV1 - elvA}{d(A - PPV1)} \times 100\%$$

$$= \frac{330,1 - 330,1}{50} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

$$g2 = \frac{elvPPV2 - elvPPV1}{d(PPV1 - PPV2)} \times 100\%$$

$$= \frac{325,1 - 330,1}{50} \times 100\%$$

$$= -10\%$$

B. Selisih aljabar

$$\begin{aligned}
 A1 &= |g1 - g2| \\
 A1 &= |0\% - (-10\%)| \\
 &= 10 \text{ (cembung)}
 \end{aligned}$$

C. Perhitungan lengkung vertikal (LV)

Desain berdasarkan JPh (jarak pandang henti)

$$\begin{aligned}
 S &= 0,278 \times V \times t + \frac{V^2}{254fm} \dots\dots\dots(2.1) \\
 &= 0,278 \times 40 \times 2,5 + \frac{40^2}{254 \times 0,38} \\
 &= 44,38 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Untuk L (S<L)

$$L = \frac{AS^2}{399} \dots\dots\dots(2.51)$$

$$L = \frac{10 \times 44,38^2}{399}$$

$$L = 49,36 \text{ meter (memenuhi)}$$

Untuk L (S>L)

$$L = 2S - \frac{399}{A} \dots\dots\dots(2.53)$$

$$L = 2 \times 44,38 - \frac{399}{10}$$

$$L = 48,85 \text{ meter (tidak memenuhi)}$$

Panjang sementara adalah 49,42 meter (S<L)

Koreksi terhadap drainase

$$L \leq 50A \dots\dots\dots(2.58)$$

$$L \leq 50 \times 10$$

$$L \leq 500 \text{ meter}$$

Koreksi terhadap kenyamanan

$$L \geq 3 \text{ detik perjalanan dengan } Vr.$$

$$L \geq (40/3600) \times 1000 \times 3 \text{det}$$

$$L \geq 33,33 \text{ meter}$$

Sehingga $L = 49,42$ meter dapat dipakai, karena $33,33 \text{ meter} \leq 49,4 \text{ meter} \leq 500 \text{ meter}$

D. Perhitungan elevasi PLV dan PTV

$$\begin{aligned} \text{Pergeseran vertikal (Ev)} &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{10 \times 49,4}{800} \\ &= 0,62 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - (L/2) \\ &= 14+450 - (49,42/2) \\ &= 14+425,29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PLV} &= \text{El. PPV} + (L/2 \times g_1) \\ &= 330,1 + (49,42/2 \times 0) \\ &= 330,1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + (L/2) \\ &= 14+450 + (49,42/2) \\ &= 14+474,71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PTV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g_2) \\ &= 330,1 - (49,42/2 \times 10\%) \\ &= 327,63 \text{ m} \end{aligned}$$

Lengkung vertikal dihitung berdasarkan elevasi rencana muka jalan yang direncanakan. Untuk hasil perhitungan alinemen vertikal disajikan dalam Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal

Nama Titik	STA	Elevasi (m)	Beda Elevasi (m)		Jarak (m)		Gradien		A (%)	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L) (meter)								Ev (m)	STA		Elevasi (m)	
			kiri	kanan	kiri	kanan	g1 (%)	g2 (%)			Ket.	S<L	Cek	S>L	Cek	Drainase	Kenyamanan	Visual					Pakai
14+450	0+330	PPV 1	0	-5	50	50	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV	14+425.29	330.1
																					PPV	14+450	329.48
																					PTV	14+474.71	327.63
14+500	0+325	PPV 2	-5	0	50	150	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV	14+477.50	327.35
																					PPV	14+500	325.66
																					PTV	14+522.50	325.1
14+650	0+325	PPV 3	0	5	150	50	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV	14+627.50	325.1
																					PPV	14+650	325.66
																					PTV	14+672.50	327.35
14+700	0+330	PPV 4	5	-4.9	50	50	10	-9.8	19.8	cembung	JPH	97.73	OK	68.60	NOT OK	990.00	33.33		50.00	1.24	PLV	14+675.00	327.6
																					PPV	14+700	328.86
																					PTV	14+725.00	327.65
14+750	0+325	PPV 5	-4.9	0	50	150	-9.8	0	-9.8	cekung		70.10	OK	60.66	NOT OK	490.00	33.33	41.26	45.00	0.55	PLV	14+727.50	327.41
																					PPV	14+750	325.75
																					PTV	14+772.50	325.2
14+900	0+325	PPV 6	0	-15	150	150	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV	14+875.29	325.2
																					PPV	14+900	324.58
																					PTV	14+924.71	322.73
15+050	0+310	PPV 7	-15	0	150	50	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV	15+027.50	312.45
																					PPV	15+050	310.76
																					PTV	15+072.50	310.2
15+100	0+310	PPV 8	0	10	50	100	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV	15+077.50	310.2
																					PPV	15+100	310.76
																					PTV	15+122.50	312.45
15+200	0+320	PPV 9	10	0	100	50	10	0	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV	15+175.29	317.73
																					PPV	15+200	319.58
																					PTV	15+224.71	320.2
15+250	0+320	PPV 10	0	-15.1	50	150	0	-10.07	10.07	cembung	JPH	49.69	OK	49.12	NOT OK	503.33	33.33		49.75	0.63	PLV	15+225.13	320.2
																					PPV	15+250	319.57
																					PTV	15+274.87	317.7
15+400	0+305	PPV 11	-15.1	-16.5	150	150	-10.07	-11	0.933	cembung	JPM	38.89	NOT OK	-628.57	OK	46.67	33.33		45.00	0.05	PLV	15+377.50	307.37
																					PPV	15+400	305.05
																					PTV	15+422.50	302.63

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal (Lanjutan)

Nama Titik	STA	Elevasi (m)	Beda Elevasi (m)		Jarak (m)		Gradien		A (%)	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L) (meter)										Ev (m)	STA		Elevasi (m)
			kiri	kanan	kiri	kanan	g1 (%)	g2 (%)			Ket.	S<L	Cek	S>L	Cek	Drainase	Kenyamanan	Visual	Pakai					
15+550	0+289	PPV 12	-16.5	0	150	100	-11	0	-11	cekung	JPH	78.68	OK	63.72	NOT OK	550.00	33.33	46.32	78.68	1.08	PLV	15+510.66	292.93	
		PPV																			PPV	15+550	289.68	
		PTV																				PTV	15+589.34	288.6
15+650	0+289	PPV 13	0	-3.4	100	50	0	-6.8	6.8	cembung	JPH	33.56	NOT OK	30.08	OK	340.00	33.33		30.15	0.26	PLV	15+634.93	288.6	
		PPV																				PPV	15+650	288.34
		PTV																				PTV	15+665.07	287.57
15+700	0+285	PPV 14	-3.4	0	50	250	-6.8	0	-6.8	cekung		48.64	OK	48.27	NOT OK	340.00	33.33	28.63	48.64	0.41	PLV	15+675.68	286.85	
		PPV																				PPV	15+700	285.61
		PTV																				PTV	15+724.32	285.2
15+950	0+285	PPV 15	0	-4.1	250	50	0	-8.2	8.2	cembung	JPH	40.47	NOT OK	40.10	OK	410.00	33.33		40.15	0.41	PLV	15+929.92	285.2	
		PPV																				PPV	15+950	284.79
		PTV																				PTV	15+970.08	283.55
16+000	0+281	PPV 16	-4.1	-25	50	250	-8.2	-10	1.8	cembung	JPM	75.00	NOT OK	-133.33	OK	90.00	33.33		50.00	0.11	PLV	15+975.00	283.15	
		PPV																				PPV	16+000	280.99
		PTV																				PTV	16+025.00	278.6
16+250	0+256	PPV 17	-25	-27.5	250	250	-10	-11	1	cembung	JPM	41.67	NOT OK	-560.00	OK	50.00	33.33		50.00	0.06	PLV	16+225.00	258.6	
		PPV																				PPV	16+250	256.04
		PTV																				PTV	16+275.00	253.35
16+500	0+229	PPV 18	-27.5	0	250	150	-11	0	-11	cekung		78.68	OK	63.72	NOT OK	550.00	33.33	46.32	78.68	1.08	PLV	16+460.66	232.93	
		PPV																				PPV	16+500	229.68
		PTV																				PTV	16+539.34	228.6
16+650	0+229	PPV 19	0	-2.5	150	50	0	-5	5	cembung	JPH	24.68	NOT OK	8.95	OK	250.00	33.33		35.00	0.22	PLV	16+632.50	228.6	
		PPV																				PPV	16+650	228.38
		PTV																				PTV	16+667.50	227.73
16+700	0+226	PPV 20	-2.5	0	50	350	-5	0	-5	cekung		35.76	NOT OK	33.69	OK	250.00	33.33	21.05	35.00	0.22	PLV	16+682.50	226.98	
		PPV																				PPV	16+700	226.32
		PTV																				PTV	16+717.50	226.1
17+050	0+226	PPV 21	0	-4.6	350	50	0	-9.2	9.2	cembung	JPH	45.41	OK	45.38	NOT OK	460.00	33.33		45.46	0.52	PLV	17+027.27	226.1	
		PPV																				PPV	17+050	225.58
		PTV																				PTV	17+072.73	224.01
17+100	0+222	PPV 22	-4.6	0	50	250	-9.2	0	-9.2	cekung		65.81	OK	58.83	NOT OK	460.00	33.33	38.74	40.00	0.46	PLV	17+080.00	223.34	
		PPV																				PPV	17+100	221.96
		PTV																				PTV	17+120.00	221.5
17+350	0+222	PPV 23	0	-15	250	150	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV	17+325.29	221.5	
		PPV																				PPV	17+350	220.88
		PTV																				PTV	17+374.71	219.03

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal (Lanjutan)

Nama Titik	STA	Elevasi (m)	Beda Elevasi (m)		Jarak (m)		Gradien		A (%)	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L) (meter)								Ev (m)	STA		Elevasi (m)
			kiri	kanan	kiri	kanan	g1 (%)	g2 (%)			Ket.	S<L	Cek	S>L	Cek	Drainase	Kenyamanan	Visual	Pakai			
17+500	0+207	PPV 24	-15	0	150	100	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 17+464.24	210.08
																					PPV 17+500	207.39
																					PTV 17+535.76	206.5
17+600	0+207	PPV 25	0	20	100	200	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 17+564.24	206.5
																					PPV 17+600	207.39
																					PTV 17+635.76	210.08
17+800	0+227	PPV 26	20	-10	200	100	10	-10	20	cembung	JPH	98.71	OK	68.80	NOT OK	1000.00	33.33		98.83	2.47	PLV 17+750.58	221.56
																					PPV 17+800	224.03
																					PTV 17+849.42	221.56
17+900	0+217	PPV 27	-10	0	100	50	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 17+877.50	218.75
																					PPV 17+900	217.06
																					PTV 17+922.50	216.5
17+950	0+217	PPV 28	0	5	50	50	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 17+927.50	216.5
																					PPV 17+950	217.06
																					PTV 17+972.50	218.75
18+000	0+222	PPV 29	5	3.5	50	50	10	7	3	cembung	JPM	125.00	NOT OK	80.00	OK	150.00	33.33		50.00	0.19	PLV 17+975.00	219
																					PPV 18+000	221.31
																					PTV 18+025.00	223.25
18+050	0+225	PPV 30	3.5	-10	50	100	7	-10	17	cembung	JPH	83.91	OK	65.28	NOT OK	850.00	33.33		45.00	0.96	PLV 18+027.50	223.43
																					PPV 18+050	224.04
																					PTV 18+072.50	227.25
18+150	0+215	PPV 31	-10	0	100	150	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 18+114.24	218.58
																					PPV 18+150	215.89
																					PTV 18+185.76	215
18+300	0+215	PPV 32	0	10	150	100	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 18+264.24	215
																					PPV 18+300	215.89
																					PTV 18+335.76	218.58
18+400	0+225	PPV 33	10	-5	100	50	10	-10	20	cembung	JPH	98.71	OK	68.80	NOT OK	1000.00	33.33		45.00	1.13	PLV 18+377.50	222.75
																					PPV 18+400	223.88
																					PTV 18+422.50	222.75
18+450	0+220	PPV 34	-5	5	50	50	-10	10	-20	cekung		-143.06	NOT OK	102.52	NOT OK	1000.00	33.33	84.21	50.00	1.25	PLV 18+425.00	222.5
																					PPV 18+450	221.25
																					PTV 18+475.00	222.5
18+500	0+225	PPV 35	5	-10	50	100	10	-10	20	cembung	JPH	98.71	OK	68.80	NOT OK	1000.00	33.33		45.00	1.13	PLV 18+477.50	222.75
																					PPV 18+500	223.88
																					PTV 18+522.50	222.75

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal (Lanjutan)

Nama Titik	STA	Elevasi (m)	Beda Elevasi (m)		Jarak (m)		Gradien		A (%)	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L) (meter)								Ev (m)	STA		Elevasi (m)
			kiri	kanan	kiri	kanan	g1 (%)	g2 (%)			Ket.	S<L	Cek	S>L	Cek	Drainase	Kenyamanan	Visual	Pakai			
18+600	0+215	PPV 36	-10	0	100	100	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 18+564.24	218.58
																					PPV 18+600	215.89
																					PTV 18+635.76	215
18+700	0+215	PPV 37	0	-25	100	250	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 18+675.29	215
																					PPV 18+700	214.38
																					PTV 18+724.71	212.53
18+950	0+190	PPV 38	-25	-22	250	200	-10	-11	1	cembung	JPM	41.67	NOT OK	-560.00	OK	50.00	33.33		45.00	0.06	PLV 18+927.50	192.25
																					PPV 18+950	189.94
																					PTV 18+972.50	187.53
19+150	0+168	PPV 39	-22	2	200	50	-11	4	-15	cekung		107.29	OK	70.40	NOT OK	750.00	33.33	63.16	63.16	1.18	PLV 19+118.42	171.47
																					PPV 19+150	169.18
																					PTV 19+181.58	169.26
19+200	0+170	PPV 40	2	10	50	100	4	10	-6	cekung		42.92	NOT OK	42.87	OK	300.00	33.33	25.26	35.00	0.26	PLV 19+182.50	169.3
																					PPV 19+200	170.26
																					PTV 19+217.50	171.75
19+300	0+180	PPV 41	10	0	100	100	10	0	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 19+275.29	177.53
																					PPV 19+300	179.38
																					PTV 19+324.71	180
19+400	0+180	PPV 42	0	-15	100	150	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 19+375.29	180
																					PPV 19+400	179.38
																					PTV 19+424.71	177.53
19+550	0+165	PPV 43	-15	0	150	200	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 19+514.24	168.58
																					PPV 19+550	165.89
																					PTV 19+585.76	165
19+750	0+165	PPV 44	0	5	200	50	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 19+727.50	165
																					PPV 19+750	165.56
																					PTV 19+772.50	167.25
19+800	0+170	PPV 45	5	-10	50	100	10	-10	20	cembung	JPH	98.71	OK	68.80	NOT OK	1000.00	33.33		45.00	1.13	PLV 19+777.50	167.75
																					PPV 19+800	168.88
																					PTV 19+822.50	167.75
19+900	0+160	PPV 46	-10	0	100	100	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 19+864.24	163.58
																					PPV 19+900	160.89
																					PTV 19+935.76	160
20+000	0+160	PPV 47	0	15	100	150	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 19+964.24	160
																					PPV 20+000	160.89
																					PTV 20+035.76	163.58

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal (Lanjutan)

Nama Titik	STA	Elevasi (m)	Beda Elevasi (m)		Jarak (m)		Gradien		A (%)	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L) (meter)								Ev (m)	STA		Elevasi (m)
			kiri	kanan	kiri	kanan	g1 (%)	g2 (%)			Ket.	S<L	Cek	S>L	Cek	Drainase	Kenyamanan	Visual	Pakai			
20+150	0+175	PPV 48	15	-20	150	200	10	-10	20	cembung	JPH	98.71	OK	68.80	NOT OK	1000.00	33.33		98.83	2.47	PLV 20+100.58	170.06
																					PPV 20+150	172.53
																					PTV 20+199.42	170.06
20+350	0+155	PPV 49	-20	0	200	100	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 20+314.24	158.58
																					PPV 20+350	155.89
																					PTV 20+385.76	155
20+450	0+155	PPV 50	0	-10	100	100	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 20+425.29	155
																					PPV 20+450	154.38
																					PTV 20+474.71	152.53
20+550	0+145	PPV 51	-10	5	100	50	-10	10	-20	cekung		143.06	OK	74.99	NOT OK	1000.00	33.33	84.21	50.00	1.25	PLV 20+525.00	147.5
																					PPV 20+550	146.25
																					PTV 20+575.00	147.5
20+600	0+150	PPV 52	5	0	50	50	10	0	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 20+575.29	147.53
																					PPV 20+600	149.38
																					PTV 20+624.71	150
20+650	0+150	PPV 53	0	-10	50	100	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 20+625.29	150
																					PPV 20+650	149.38
																					PTV 20+674.71	147.53
20+750	0+140	PPV 54	-10	0	100	50	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 20+727.50	142.25
																					PPV 20+750	140.56
																					PTV 20+772.50	140
20+800	0+140	PPV 55	0	-10	50	100	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 20+775.29	140
																					PPV 20+800	139.38
																					PTV 20+824.71	137.53
20+900	0+130	PPV 56	-10	0	100	250	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 20+864.24	133.58
																					PPV 20+900	130.89
																					PTV 20+935.76	130
21+150	0+130	PPV 57	0	5	250	50	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 21+127.50	130
																					PPV 21+150	130.56
																					PTV 21+172.50	132.25
21+200	0+135	PPV 58	5	0	50	50	10	0	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 21+175.29	132.53
																					PPV 21+200	134.38
																					PTV 21+224.71	135
21+250	0+135	PPV 59	0	-15	50	150	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 21+225.29	135
																					PPV 21+250	134.38
																					PTV 21+274.71	132.53

[illegible]

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal (Lanjutan)

Nama Titik	STA	Elevasi (m)	Beda Elevasi (m)		Jarak (m)		Gradien		A (%)	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L) (meter)								Ev (m)	STA		Elevasi (m)
			kiri	kanan	kiri	kanan	g1 (%)	g2 (%)			Ket.	S<L	Cek	S>L	Cek	Drainase	Kenyamanan	Visual	Pakai			
22+850	0+040	PPV 72	-15	0	150	300	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 22+827.50	42.25
																					PPV 22+850	40.56
																					PTV 22+872.50	40
23+150	0+040	PPV 73	0	-5	300	50	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 23+125.29	40
																					PPV 23+150	39.38
																					PTV 23+174.71	37.529
23+200	0+035	PPV 74	-5	-2.6	50	50	-10	-5.2	-4.8	cekung		34.33	NOT OK	31.40	OK	240.00	33.33	20.21	45.00	0.27	PLV 23+177.50	37.25
																					PPV 23+200	35.27
																					PTV 23+222.50	33.83
23+250	0+032	PPV 75	-2.6	0	50	150	-5.2	0	-5.2	cekung		37.19	NOT OK	35.81	OK	260.00	33.33	21.89	45.00	0.29	PLV 23+227.50	33.57
																					PPV 23+250	32.69
																					PTV 23+272.50	32.4
23+400	0+032	PPV 76	0	-10	150	100	0	-10	10	cembung	JPH	49.36	OK	48.85	NOT OK	500.00	33.33		49.42	0.62	PLV 23+375.29	32.4
																					PPV 23+400	31.78
																					PTV 23+424.71	29.929
23+500	0+022	PPV 77	-10	0	100	50	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 23+477.50	24.65
																					PPV 23+500	22.96
																					PTV 23+522.50	22.4
23+550	0+022	PPV 78	0	5	50	50	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 23+527.50	22.4
																					PPV 23+550	22.96
																					PTV 23+572.50	24.65
23+600	0+027	PPV 79	5	-5	50	50	10	-10	20	cembung	JPH	98.71	OK	68.80	NOT OK	1000.00	33.33		50.00	1.25	PLV 23+575.00	24.9
																					PPV 23+600	26.15
																					PTV 23+625.00	24.9
23+650	0+022	PPV 80	-5	0	50	50	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 23+627.50	24.65
																					PPV 23+650	22.96
																					PTV 23+672.50	22.4
23+700	0+022	PPV 81	0	10	50	100	0	10	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	45.00	0.56	PLV 23+677.50	22.4
																					PPV 23+700	22.96
																					PTV 23+722.50	24.65
23+800	0+032	PPV 82	10	-10	100	100	10	-10	20	cembung	JPH	98.71	OK	68.80	NOT OK	1000.00	33.33		98.83	2.47	PLV 23+750.58	27.458
																					PPV 23+800	29.93
																					PTV 23+849.42	27.458
23+900	0+022	PPV 83	-10	0	100	900	-10	0	-10	cekung		71.53	OK	61.22	NOT OK	500.00	33.33	42.11	71.53	0.89	PLV 23+864.24	25.976
																					PPV 23+900	23.29
																					PTV 23+935.76	22.4

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

5.2 Perencanaan Perkerasan

5.2.1 Perencanaan faktor ekivalen beban

Berdasarkan Tabel 2.19, faktor ekivalen beban (VDF) untuk setiap kendaraan niaga ditunjukkan dalam Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Faktor Ekivalen Beban (VDF)

Gol. Kend.	Jenis Kendaraan	VDF ₅
5a	Bus kecil	0.2
5b	Bus besar	1
6a	Truk 2 sumbu kecil	0.8
6b	Truk 2 sumbu besar	11.2
7a	Truk tangki 3 sumbu	64.4
7c	Truk semitrailer, truk trailer	24

Sumber: *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013*

5.2.2 Perencanaan faktor distribusi lajur dan kapasitas lajur

Berdasarkan Tabel 2.20 didapat nilai faktor distribusi lajur (D_L) adalah 50%.

5.2.3 Perencanaan beban sumbu standar kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan untuk jenis kendaraan bus kecil:

$$\begin{aligned}
 ESA &= (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times VDF_5) \times D_L \dots\dots\dots(2.65) \\
 &= 67 \times 0,2 \times 0,5 \\
 &= 6,709
 \end{aligned}$$

$$R = \frac{(1+0.01i)^{UR}-1}{0.01i} \dots\dots\dots(2.67)$$

$$R = \frac{(1+0.01 \times 0,4118)^{20} - 1}{0.01 \times 0,4118}$$

$$R = 20,0078$$

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \text{ESA} \times 365 \times R \dots\dots\dots(2.66) \\ &= 6,709 \times 365 \times 20,0078 \\ &= 48997,732 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan untuk jenis kendaraan lainnya disajikan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan CESA

Gol. Kend.	Jenis Kendaraan	VDF5	DL	ESA	i (%)	R	CESA
5a	Bus kecil	0.2	0.5	6.709	0.412	20.008	48997.732
5b	Bus besar	1	0.5	4.066	0.412	20.008	29695.595
6a	Truk 2 sumbu kecil	0.8	0.5	138.089	5.850	20.112	1013670.980
6b	Truk 2 sumbu sedang	1.7	0.5	45.883	5.850	20.112	336815.221
7a	Truk tangki 3 sumbu	11.2	0.5	239.019	5.850	20.112	1754572.315
7b	Truk gandengan	90.4	0.5	340.452	5.850	20.112	2499159.725
7c	Truk semitrailer, truk trailer	33.2	0.5	291.744	5.850	20.112	2141610.325
Total							7,824,521.89

5.2.4 Perencanaan tebal perkerasan lentur

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5.14, didapat nilai ESA 20 tahun sebesar 7.824.521,89. Kemudian dipilih jenis perkerasan berdasarkan pada Tabel 2.21. Dari Tabel 2.21, didapat struktur perkerasan AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5). Dari Tabel 2.22 pada bagan desain 3A, didapatkan tebal lapis perkerasan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{AC WC} &= 40 \text{ mm} \\ \text{AC Binder} &= 60 \text{ mm} \\ \text{AC Base} &= 80 \text{ mm} \\ \text{LPA} &= 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi total lapis perkerasan lentur adalah 480 mm.

Hasil tebal lapis perkerasan di atas dicek dengan menggunakan peraturan Pt T-01-2002-B dengan perhitungan sebagai berikut:

- Perhitungan berat konfigurasi sumbu kendaraan
Menghitung As Depan :

Jenis Kendaraan :	1.2	:	$\frac{0.34 \times 7}{0.454}$	= 5,24
	1.2	:	$\frac{0.34 \times 9}{0.454}$	= 6,74
	1.2	:	$\frac{0.34 \times 8,3}{0.454}$	= 6,22
	1.2	:	$\frac{0.34 \times 18,2}{0.454}$	= 13,63
	1.22	:	$\frac{0.25 \times 25}{0.454}$	= 13,77
	1.2-2.2	:	$\frac{0.16 \times 31,4}{0.454}$	= 11,07
	1.2-22	:	$\frac{0.18 \times 42}{0.454}$	= 16,65

Menghitung As Belakang :

Jenis Kendaraan :	1.2	:	$\frac{0.66 \times 7}{0.454}$	= 10,18
	1.2	:	$\frac{0.66 \times 9}{0.454}$	= 13,08
	1.2	:	$\frac{0.66 \times 8,3}{0.454}$	= 12,07
	1.2	:	$\frac{0.66 \times 18,2}{0.454}$	= 26,46
	1.22	:	$\frac{0.75 \times 25}{0.454}$	= 41,30
	1.2-2.2	:	$\frac{0.36 \times 31,4}{0.454}$	= 24,90
		:	$\frac{0.24 \times 31,4}{0.454}$	= 16,60
		:	$\frac{0.24 \times 31,4}{0.454}$	= 16,60
	1.2-22	:	$\frac{0.28 \times 42}{0.454}$	= 25,90
		:	$\frac{0.54 \times 42}{0.454}$	= 49,96

Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Berat Konfigurasi Sumbu Kendaraan

No	Konf. Sumbu	Jenis Kendaraan	Berat Total (Ton)	Vol. Kend (kend/hari)	Distribusi Berat Konfigurasi Sumbu				Berat per Konfigurasi Sumbu			
					As Depan	As Belakang	As Tandem1	As Tandem2	As I	As II	As III	As IV
1	1.2	Bus Kecil	7	67	0.34	0.66	-	-	5.24	10.18	-	-
2	1.2	Bus Besar	9	8	0.34	0.66	-	-	6.74	13.08	-	-
3	1.2	Truk Kecil 2 Sumbu	8.3	345	0.34	0.66	-	-	6.22	12.07	-	-
4	1.2	Truk Sedang 2 Sumbu	18.2	54	0.34	0.66	-	-	13.63	26.46	-	-
5	1.22	Truk Besar 3 Sumbu	25	43	0.25	0.75	-	-	13.77	41.30	-	-
6	1.2-2.2	Truk gandengan	31.4	8	0.16	0.36	0.24	0.24	11.07	24.90	16.60	16.60
7	1.2-22	Semitrailer	42	18	0.18	0.28	0.54	-	16.65	25.90	49.96	-
Total			147.2	9303								

- Perhitungan tebal *surface*

Dari hasil perhitungan Tabel 5.15, berat konfigurasi sumbu kendaraan dikelompokkan sesuai hasil *axle load*, kemudian volume kendaraan yang dikelompokkan dalam *axle load* yang sama dijumlahkan.

Contoh perhitungan:

Axle load = 6 kips

Vol. kendaraan = $67 + 8 + 345 = 420$ kend/hari

Pt = 2 (untuk jalan arteri)

SN = 1,4

Maka dari Tabel 2.28, didapat nilai faktor ekivalen beban (E) dengan cara interpolasi yaitu 0,0102.

Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Ekivalen Sumbu

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)
Single Axle Load	6	420	0.0102
Single Axle Load	10	67	0.0790
Single Axle Load	12	353	0.1698
Single Axle Load	14	105	0.3302

Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Ekvivalen Sumbu (Lanjutan)

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)
Single Axle Load	16	33	0.5926
Single Axle Load	26	79	5.3000
Tandem Axle Load	42	43	2.7540
Tandem Axle Load	50	18	6.0860

Perhitungan Wt

D_D (faktor distribusi arah) = 1-50% = 50%

D_L (faktor distribusi lajur) = 100%

n (umur pelayanan) = 20 tahun

g (perkembangan lalu lintas) = 3,79%

R (reliabilitas) = 80% (Tabel 2.23)

S_o (*Overall standard deviation*) = 0,40

M_R (modulus resilien tanah dasar) = 1500 x CBR..(2.64)
= 1500 x 100 = 150000 psi

*CBR yang digunakan adalah CBR base, yaitu batu pecah kelas A

IP_o (indeks permukaan awal) = 4 (Tabel 2.26)

IP_t (indeks permukaan akhir) = 2,0 (Tabel 2.25)

IP_f (indeks permukaan jalan hancur) = 1,5

ΔIP ($IP_o - IP_t$) = 4 - 2 = 2

Z_R (*standar normal deviate*) = -0,841 (Tabel 2.24)

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}\hat{w}_{18} &= (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times E) \\ &= 420 \times 0,0102 \\ &= 4,29\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}w_{18} &= D_D \times D_L \times \hat{w}_{18} \dots\dots\dots(2.68) \\ &= 50\% \times 1 \times 4,29 = 2,144\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Wt &= w_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \times 365 \dots\dots\dots(2.69) \\
 &= 2,144 \times \frac{(1+3,79\%)^{20} - 1}{3,79\%} \times 365 \\
 &= 45627,01
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan untuk jenis kendaraan lainnya disajikan pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Wt

No.	Konf. Sumbu	Volume (kend/hari)	E	\hat{w}_{18}	w_{18}	Wt
1	Single Axle Load	420	0.0102	4.29	2.144	45,627.01
2	Single Axle Load	67	0.0790	5.30	2.650	56,392.20
3	Single Axle Load	353	0.1698	59.90	29.949	637,263.14
4	Single Axle Load	105	0.3302	34.60	17.302	368,150.69
5	Single Axle Load	33	0.5926	19.34	9.671	205,783.14
6	Single Axle Load	79	5.3000	419.16	209.581	4,459,551.78
7	Tandem Axle Load	43	2.7540	117.55	58.773	1,250,597.76
8	Tandem Axle Load	18	6.0860	106.96	53.481	1,137,980.38
Total						8,161,346.10

Perhitungan perencanaan tebal perkerasan menggunakan rumus :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \dots\dots\dots(2.70)$$

$$\begin{aligned}
 \log_{10}(W_{18}) &= Z_R \times S_o + 9,36 \times \log_{10}(ITP+1) - 0,2 \\
 &\quad + \frac{\log_{10}[\frac{\Delta IP}{1094}]}{0,4 + \frac{1}{(ITP+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(M_R) - \\
 &\quad 8,07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \log_{10}(8161346,1) &= -0,841 \times 0,4 + 9,36 \times \log_{10}(1,4+1) - 0,2 \\
 &\quad + \frac{\log_{10}[\frac{1,5}{4-1,5}]}{0,4 + \frac{1}{(1,4+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \\
 &\quad \log_{10}(150000) - 8,07
 \end{aligned}$$

$$6,912 = 6,953 \text{ (memenuhi)}$$

$$ITP = a_1 D_1$$

$$1,4 = 0,4 \times D_1$$

$$D_1 = 3,5 \text{ inci}$$

Dari Tabel 2.30, ditentukan tebal minimum lapis *surface* adalah 4 inci = 100 mm, dan dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan tebal D_1 adalah 40 mm + 60 mm + 80 mm = 180 mm, maka tebal D_1 yang digunakan adalah 180 mm = 7,09 inci.

- Perhitungan tebal *base*

Dari hasil perhitungan Tabel 5.15, berat konfigurasi sumbu kendaraan dikelompokkan sesuai hasil *axle load*, kemudian volume kendaraan yang dikelompokkan dalam *axle load* yang sama dijumlahkan.

Contoh perhitungan:

Axle load = 6 kips

Vol. kendaraan = 67 + 8 + 345 = 420 kend/hari

Pt = 2 (untuk jalan arteri)

SN = 3,9

Maka dari Tabel 2.28, didapat nilai faktor ekivalen beban (E) dengan cara interpolasi yaitu 0,

Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Ekivalen Sumbu

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)
Single Axle Load	6	420	0.0101
Single Axle Load	10	67	0.0855
Single Axle Load	12	353	0.1836
Single Axle Load	14	105	0.3504
Single Axle Load	16	33	0.6121
Single Axle Load	26	79	4.7000
Tandem Axle Load	42	43	2.6220

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Ekvivalen Sumbu (Lanjutan)

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)
Tandem Axle Load	50	18	5.4600

Perhitungan W_t

$$D_D \text{ (faktor distribusi arah)} = 1-50\% = 50\%$$

$$D_L \text{ (faktor distribusi lajur)} = 100\%$$

$$n \text{ (umur pelayanan)} = 20 \text{ tahun}$$

$$g \text{ (perkembangan lalu lintas)} = 3,79\%$$

$$R \text{ (reliabilitas)} = 80\% \text{ (Tabel 2.23)}$$

$$S_o \text{ (Overall standard deviation)} = 0,40$$

$$M_R \text{ (modulus resilien tanah dasar)} = 1500 \times \text{CBR} \dots\dots(2.64)$$

$$= 1500 \times 6,1 = 9150 \text{ psi}$$

*CBR yang digunakan adalah CBR terendah dari CBR daerah gunung dan bukit.

$$I_{Po} \text{ (indeks permukaan awal)} = 4 \text{ (Tabel 2.26)}$$

$$I_{Pt} \text{ (indeks permukaan akhir)} = 2,0 \text{ (Tabel 2.25)}$$

$$I_{Pf} \text{ (indeks permukaan jalan hancur)} = 1,5$$

$$\Delta I_{P} (I_{Po} - I_{Pt}) = 4 - 2 = 2$$

$$Z_R \text{ (standar normal deviate)} = -0,841 \text{ (Tabel 2.24)}$$

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan :

$$\hat{W}_{18} = (\sum_{\text{jenis kendaraan}} L_{HRT} \times E)$$

$$= 420 \times 0,0101$$

$$= 4,25$$

$$W_{18} = D_D \times D_L \times \hat{W}_{18} \dots\dots\dots(2.68)$$

$$= 50\% \times 1 \times 4,25$$

$$= 2,123$$

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \times 365 \dots\dots\dots(2.69)$$

$$= 2,123 \times \frac{(1+3,79\%)^{20} - 1}{3,79\%} \times 365$$

$$= 45179,68$$

Adapun hasil perhitungan untuk jenis kendaraan lainnya disajikan pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Hasil Perhitungan Wt

No.	Konf. Sumbu	Volume (kend/hari)	E	\hat{w}_{18}	w_{18}	Wt
1	Single Axle Load	420	0.0101	4.25	2.123	45,179.68
2	Single Axle Load	67	0.0855	5.74	2.868	61,032.06
3	Single Axle Load	353	0.1836	64.77	32.383	689,054.84
4	Single Axle Load	105	0.3504	36.72	18.360	390,672.33
5	Single Axle Load	33	0.6121	19.98	9.989	212,554.61
6	Single Axle Load	79	4.7000	371.71	185.855	3,954,696.86
7	Tandem Axle Load	43	2.6220	111.91	55.956	1,190,656.25
8	Tandem Axle Load	18	5.4600	95.96	47.980	1,020,928.84
					Total	7,564,775.48

Perhitungan perencanaan tebal perkerasan menggunakan

rumus : $ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \dots\dots\dots(2.70)$

$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9,36 \times \log_{10}(ITP+1) - 0,2$

$$+ \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f}\right]}{0,4 + \frac{1094}{(ITP+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(M_R) - 8,07$$

$\text{Log}_{10}(7564775,48) = -0,841 \times 0,4 + 9,36 \times \log_{10}(3,9+1) - 0,2$

$$+ \frac{\log_{10}\left[\frac{1,5}{4-1,5}\right]}{0,4 + \frac{1094}{(3,9+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(9150) -$$

8,07

6,879 = 6,903 (memenuhi)

m_2 (koefisien drainase) = 1,2

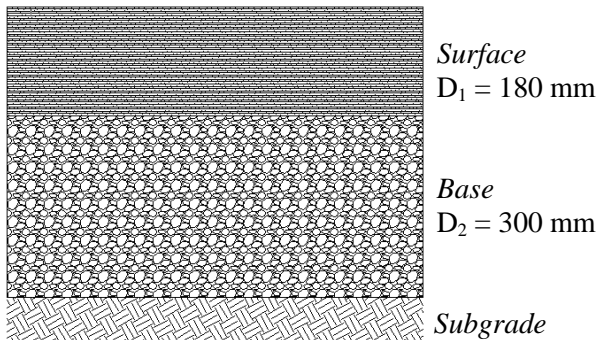
$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2$

$3,9 = 0,4 \times 7,09 + 0,14 \times D_2 \times 1,2$

$D_2 = 6,34$ inci

Dari Tabel 2.30, ditentukan tebal minimum lapis *base* adalah 6 inci = 150 mm, dan dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan tebal D_2 adalah 300 mm, maka tebal D_2 yang digunakan adalah 300 mm = 11,81 inci.

Sehingga tebal perkerasan lentur dapat digambarkan seperti pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Susunan Tebal Perkerasan Lentur

5.3 Perencanaan Drainase

5.3.1 Analisa hidrologi

Analisa hidrologi dilakukan untuk mengetahui debit yang mengalir pada perencanaan jalan baru sesuai dengan umur rencana jalan.

5.3.2 Analisa hidrolika

Analisa hidrolika digunakan untuk mengetahui dimensi saluran yang diperlukan.

Pada tugas akhir ini, perhitungan saluran tepi meliputi beberapa parameter, diantaranya:

- Waktu konsentrasi (t_c)
- Intensitas hujan (I)
- Koefisien pengaliran (C)
- Perhitungan debit (Q)
- Perhitungan dimensi saluran

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan dimensi saluran untuk STA 14+400 – 14+450 dan STA 14+450 – 14+500.

Diketahui:

STA 14+400 – 14+450 (saluran kiri)

Tipe jalan 2/2 UD

g	= 0%
I jalan	= 2%
I bahu jalan	= 4%
W jalan	= 3,5 meter
nd jalan	= 0,02
W bahu jalan	= 1,5 meter
nd bahu jalan	= 0,2
L saluran	= 50 meter
W lereng	= 100 meter
nd lereng	= 0,8
V ijin	= 0,5 m/detik

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c)

- Jalan

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(L \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \dots\dots\dots(2.73) \\
 &= 1,44 \times \left(3,5 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,03689 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Bahu jalan

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(L \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(1,5 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,740192 \text{ menit} \\
 t_0 \text{ total} &= t_0 \text{ jalan} + t_0 \text{ bahu jalan} \\
 &= 1,03689 + 1,740192 \\
 &= 2,77708 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Lereng

$$I \text{ lereng} = \frac{344,2 - 330,1}{100} = 14,10\%$$

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(100 \times \frac{0,8}{\sqrt{14,10\%}} \right)^{0,467} \\
 &= 17,61014 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Maka dipilih t_0 terbesar antara t_0 total (t_0 jalan + t_0 bahu jalan) dengan t_0 lereng, yaitu 17,61014 menit.

Perhitungan t_f

$$\begin{aligned}
 t_f &= \frac{L_{\text{saturation}}}{60 \times V} \dots\dots\dots(2.74) \\
 &= \frac{50}{60 \times 0,5} \\
 &= 1,6667 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan t_c

$$\begin{aligned}
 t_c &= t_0 + t_f \dots\dots\dots(2.75) \\
 &= 17,61014 + 1,6667 \\
 &= 19,27681 \text{ menit} = 0,32128 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas hujan

$$R_{24} = X_t = 443,912 \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.86)$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{443,912}{24} \left(\frac{24}{0,32128} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 328,0832 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan koefisien pengaliran

$$C_{gab} = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots(2.72)$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \text{A jalan} &= 3,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\
 &= 175 \text{ m}^2 = 0,000175 \text{ km}^2 \\
 \text{A bahu jalan} &= 1,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\
 &= 75 \text{ m}^2 = 0,000075 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A \text{ lereng} &= 100 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\
 &= 5000 \text{ m}^2 = 0,005 \text{ km}^2 \\
 C \text{ jalan} &= 0,7 \\
 C \text{ bahu jalan} &= 0,65 \\
 C \text{ lereng} &= 0,75 \\
 f_k \text{ pegunungan} &= 0,3 \\
 C_{\text{gab}} &= \frac{(0,000175 \times 0,7) + (0,000075 \times 0,65) + (0,005 \times 0,75 \times 0,3)}{(0,000175 + 0,000075 + 0,005)} \\
 &= 0,247
 \end{aligned}$$

Perhitungan debit

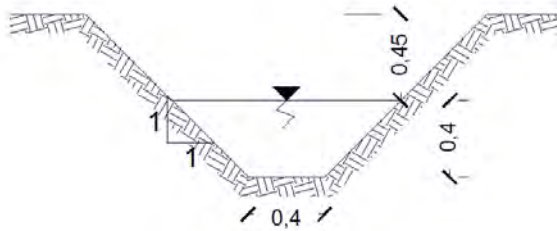
$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.87) \\
 Q_{\text{hidrologi}} &= \frac{1}{3,6} \times 0,247 \times 328,0832 \times \\
 &\quad (0,000175 + 0,000075 + 0,005) \\
 &= 0,118 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dimensi saluran

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang basah saluran (A)} &= \frac{Q}{V} = \frac{0,118}{0,5} = 0,236 \text{ m}^2 \\
 \text{Saluran berbentuk trapesium dengan kemiringan talud} \\
 \text{(1:m) adalah 1:1, dengan } b=h. \\
 A &= h(b+mh)h = h(h+h) = 2h^2 = 0,236 \\
 h &= \sqrt{\frac{0,236}{2}} = 0,34 \text{ meter} \approx 0,4 \text{ meter} \\
 \text{Sehingga: } b &= h = 0,4 \text{ meter} \\
 \text{Dihitung kembali : } A &= 2 \times 0,4^2 = 0,32 \text{ m}^2 \\
 P &= b + 2h\sqrt{1^2 + 1} = 0,4 + 2 \times 0,4\sqrt{1^2 + 1} = 1,531 \text{ m} \\
 R &= \frac{A}{P} = \frac{0,32}{1,531} = 0,209 \text{ meter} \\
 n &= 0,05 \\
 i_s &= \left(\frac{V \times n}{R^{\frac{2}{3}}}\right)^2 = \left(\frac{0,5 \times 0,05}{0,209^{\frac{2}{3}}}\right)^2 = 0,00504 \\
 V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i_s^{1/2} = \frac{1}{0,05} \times 0,209^{\frac{2}{3}} \times 0,00504^{1/2} = 0,5 \text{ m/dt} \\
 Q_{\text{hidrolika}} &= A \times V = 0,32 \times 0,5 = 0,16 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$Q_{\text{hidrolika}} > Q_{\text{hidrologi}}$
 $0,16 \text{ m}^3/\text{detik} > 0,118 \text{ m}^3/\text{detik}$ (maka dimensi saluran dapat digunakan).

Gambar potongan melintang saluran kiri STA 14+400 – 14+450 dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Penampang Saluran Kiri STA 14+400 – 14+450

STA 14+400 – 14+450 (saluran kanan)

Tipe jalan 2/2 UD

g	$= 0\%$
I jalan	$= 2\%$
I bahu jalan	$= 4\%$
W jalan	$= 3,5 \text{ meter}$
nd jalan	$= 0,02$
W bahu jalan	$= 1,5 \text{ meter}$
nd bahu jalan	$= 0,2$
L saluran	$= 50 \text{ meter}$
V ijin	$= 0,5 \text{ m/detik}$

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c)

- Jalan

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(3,5 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,03689 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Bahu jalan

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{l}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(1,5 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,740192 \text{ menit} \\
 t_o \text{ total} &= t_o \text{ jalan} + t_o \text{ bahu jalan} \\
 &= 1,03689 + 1,740192 \\
 &= 2,77708 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan t_f

$$\begin{aligned}
 t_f &= \frac{L_{saluran}}{60 \times V} \\
 &= \frac{50}{60 \times 0,5} \\
 &= 1,6667 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan t_c

$$\begin{aligned}
 t_c &= t_o + t_f \\
 &= 2,77708 + 1,6667 \\
 &= 4,443748 \text{ menit} = 0,074062 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas hujan

$$R_{24} = Xt = 443,912 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 I &= \frac{443,912}{24} \left(\frac{24}{0,074062} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 872,6255 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan koefisien pengaliran

$$C_{gab} = \frac{\sum Ci \cdot Ai}{\sum Ai}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 A \text{ jalan} &= 3,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\
 &= 175 \text{ m}^2 = 0,000175 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A \text{ bahu jalan} &= 1,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\
 &= 75 \text{ m}^2 = 0,000075 \text{ km}^2 \\
 C \text{ jalan} &= 0,7 \\
 C \text{ bahu jalan} &= 0,65 \\
 C_{gab} &= \frac{(0,000175 \times 0,7) + (0,000075 \times 0,65)}{(0,000175 + 0,000075)} \\
 &= 0,685
 \end{aligned}$$

Perhitungan debit

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \\
 Q_{\text{hidrologi}} &= \frac{1}{3,6} \times 0,685 \times 872,6255 \times (0,000175 + 0,000075) \\
 &= 0,04151 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dimensi saluran

$$\text{Luas penampang basah saluran (A)} = \frac{Q}{V} = \frac{0,0415}{0,5} = 0,083 \text{ m}^2$$

Saluran berbentuk trapesium dengan kemiringan talud (1:m) adalah 1:1, dengan $b=h$.

$$A = h(b+mh)h = h(h+h) = 2h^2 = 0,083$$

$$h = \sqrt{\frac{0,083}{2}} = 0,204 \text{ meter} \approx 0,3 \text{ meter}$$

Sehingga: $b = h = 0,3 \text{ meter}$

$$\text{Dihitung kembali : } A = 2 \times 0,3^2 = 0,18 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h\sqrt{z^2 + 1} = 0,3 + 2 \times 0,3\sqrt{1^2 + 1} = 1,149 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,083}{1,149} = 0,157 \text{ meter}$$

$$n = 0,05$$

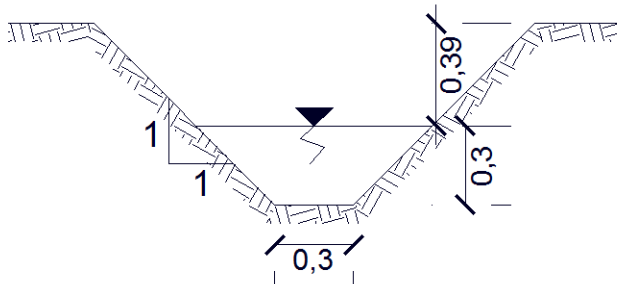
$$i_s = \left(\frac{V \times n}{R^3} \right)^2 = \left(\frac{0,5 \times 0,05}{0,157^3} \right)^2 = 0,007397$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i_s^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,05} \times 0,157^{2/3} \times 0,007397^{1/2} \\
 &= 0,5 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{hidrolika}} = A \times V = 0,18 \times 0,5 = 0,09 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$Q_{\text{hidrolika}} > Q_{\text{hidrologi}}$
 $0,09 \text{ m}^3/\text{detik} > 0,04151 \text{ m}^3/\text{detik}$ (maka dimensi saluran dapat digunakan).

Gambar potongan melintang saluran kanan STA 14+400 – 14+450 dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Penampang Saluran Kanan STA 14+400 – 14+450

STA 14+450 – 14+500 (saluran kiri)

Tipe jalan 2/2 UD

g	= 10%
I jalan	= 2%
I bahu jalan	= 4%
W jalan	= 3,5 meter
nd jalan	= 0,02
W bahu jalan	= 1,5 meter
nd bahu jalan	= 0,2
L saluran	= 50 meter
W lereng	= 100 meter
nd lereng	= 0,8
V ijin	= 0,5 m/detik

Perhitungan waktu konsentrasi (tc)

- Jalan

$$X_{\text{jalan}} = \frac{g}{s} \times W_{\text{jalan}} = \frac{10\%}{2\%} \times 3,5 = 17,5 \text{ meter}$$

$$L_{\text{jalan}} = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{3,5^2 + 17,5^2} = 17,847 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned}\Delta h_g &= X \times g \\ &= 17,5 \times 10\% \\ &= 1,75 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta h_s &= W \times s \\ &= 3,5 \times 2\% \\ &= 0,07 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\ &= 1,75 + 0,07 \\ &= 1,82 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}i &= \frac{\Delta h}{l} \\ &= \frac{1,82}{17,847} = 0,102\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t_0 &= 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{l}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(17,847 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,102}} \right)^{0,467} \\ &= 1,5168 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Bahu jalan

$$\begin{aligned}X_{\text{jalan}} &= \frac{g}{s} \times W_{\text{jalan}} \\ &= \frac{10\%}{4\%} \times 1,5 \\ &= 3,75 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{\text{jalan}} &= \sqrt{W^2 + X^2} \\ &= \sqrt{1,5^2 + 3,75^2} \\ &= 4,039 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta h_g &= X \times g \\ &= 3,75 \times 10\% \\ &= 0,375 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta h_s &= W \times s \\ &= 1,5 \times 4\% \\ &= 0,06 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\ &= 0,375 + 0,06 \\ &= 0,435 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{\Delta h}{l} \\
 &= \frac{0,435}{4,039} \\
 &= 0,1077
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(4,039 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,1077}} \right)^{0,467} \\
 &= 2,193 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{\text{o total}} &= t_{\text{o jalan}} + t_{\text{o bahu jalan}} \\
 &= 1,5168 + 2,193 \\
 &= 3,7098 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Lereng

$$I \text{ lereng} = \frac{340,1 - 325,1}{100} = 15\%$$

$$\begin{aligned}
 X \text{ jalan} &= \frac{g}{s} \times W \text{ jalan} \\
 &= \frac{10\%}{15\%} \times 100 \\
 &= 66,667 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L \text{ jalan} &= \sqrt{W^2 + X^2} \\
 &= \sqrt{100^2 + 66,667^2} \\
 &= 120,185 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h_g &= X \times g \\
 &= 66,667 \times 10\% \\
 &= 6,667 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h_s &= W \times s \\
 &= 100 \times 15\% \\
 &= 15 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\
 &= 6,667 + 15 \\
 &= 21,667 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{\Delta h}{l} \\
 &= \frac{21,667}{120,185} \\
 &= 0,1803
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{l}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(120,185 \times \frac{0,8}{\sqrt{0,1803}} \right)^{0,467} \\
 &= 18,119 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Maka dipilih t_0 terbesar antara t_0 total (t_0 jalan + t_0 bahu jalan), t_0 lereng, dan t_{c1} maksimum yaitu 19,278 menit.

Perhitungan t_f

$$\begin{aligned}
 t_f &= \frac{L_{saluran}}{60 \times V} \\
 &= \frac{50}{60 \times 0,5} \\
 &= 1,6667 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan t_c

$$\begin{aligned}
 t_c &= t_0 + t_f \\
 &= 19,278 + 1,6667 \\
 &= 20,943 \text{ menit} \\
 &= 0,349 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas hujan

$$R_{24} = Xt = 443,912 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 I &= \frac{443,912}{24} \left(\frac{24}{0,349} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 310,4286 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan koefisien pengaliran

$$C_{gab} = \frac{\sum Ci \cdot Ai}{\sum Ai}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 A_{\text{jalan}} &= 3,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\
 &= 175 \text{ m}^2 = 0,000175 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A \text{ bahu jalan} &= 1,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\
&= 75 \text{ m}^2 = 0,000075 \text{ km}^2 \\
A \text{ lereng} &= 100 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\
&= 5000 \text{ m}^2 = 0,005 \text{ km}^2 \\
C \text{ jalan} &= 0,7 \\
C \text{ bahu jalan} &= 0,65 \\
C \text{ lereng} &= 0,75 \\
fk \text{ pegunungan} &= 0,3 \\
C_{gab} &= \frac{(0,000175 \times 0,7) + (0,000075 \times 0,65) + (0,005 \times 0,75 \times 0,3)}{(0,000175 + 0,000075 + 0,005)} \\
&= 0,247
\end{aligned}$$

Perhitungan debit

$$\begin{aligned}
Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \\
Q_{\text{hidrologi}} &= \frac{1}{3,6} \times 0,247 \times 310,4286 \times \\
&\quad (0,000175 + 0,000075 + 0,005) \\
&= 0,112 \text{ m}^3/\text{detik}
\end{aligned}$$

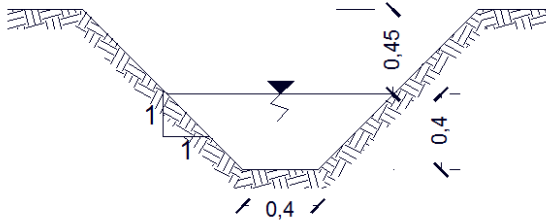
Perhitungan dimensi saluran

$$\begin{aligned}
\text{Luas penampang basah saluran (A)} &= \frac{Q}{V} = \frac{0,112}{0,5} = 0,224 \text{ m}^2 \\
\text{Saluran berbentuk trapesium dengan kemiringan talud} & \\
\text{(1:m) adalah 1:1, dengan } b=h. & \\
A = h(b+mh)h = h(h+h) = 2h^2 = 0,224 & \\
h = \sqrt{\frac{0,224}{2}} = 0,33 \text{ meter} \approx 0,4 \text{ meter} & \\
\text{Maka } b = h = 0,4 \text{ meter} & \\
\text{Dihitung kembali : } A = 2 \times 0,4^2 = 0,32 \text{ m}^2 & \\
P = b + 2h\sqrt{1^2 + 1} = 0,4 + 2 \times 0,4\sqrt{1^2 + 1} = 1,531 \text{ m} & \\
R = \frac{A}{P} = \frac{0,32}{1,531} = 0,209 \text{ meter} & \\
n = 0,05 & \\
i_s = \left(\frac{V \times n}{R^{2/3}}\right)^2 = \left(\frac{0,5 \times 0,05}{0,209^{2/3}}\right)^2 = 0,00504 & \\
V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i_s^{1/2} = \frac{1}{0,05} \times 0,209^{2/3} \times 0,00504^{1/2} = 0,5 \text{ m/dt} &
\end{aligned}$$

$$Q_{\text{hidrolika}} = A \times V = 0,32 \times 0,5 = 0,16 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{array}{lcl} Q_{\text{hidrolika}} & > & Q_{\text{hidrologi}} \\ 0,16 \text{ m}^3/\text{detik} & > & 0,112 \text{ m}^3/\text{detik} \end{array} \text{ (maka dimensi saluran dapat digunakan).}$$

Gambar potongan melintang saluran kiri STA 14+450 – 14+500 dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Penampang Saluran Kiri STA 14+450 – 14+500

STA 14+450 – 14+500 (saluran kanan)

Tipe jalan 2/2 UD

$$g = 10\%$$

$$I_{\text{jalan}} = 2\%$$

$$I_{\text{bahu jalan}} = 4\%$$

$$W_{\text{jalan}} = 3,5 \text{ meter}$$

$$nd_{\text{jalan}} = 0,02$$

$$W_{\text{bahu jalan}} = 1,5 \text{ meter}$$

$$nd_{\text{bahu jalan}} = 0,2$$

$$L_{\text{saluran}} = 50 \text{ meter}$$

$$V_{\text{ijin}} = 0,5 \text{ m/detik}$$

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c)

- Jalan

$$X_{\text{jalan}} = \frac{g}{s} \times W_{\text{jalan}}$$

$$= \frac{10\%}{2\%} \times 3,5 = 17,5 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{jalan}} &= \sqrt{W^2 + X^2} \\
 &= \sqrt{3,5^2 + 17,5^2} \\
 &= 17,847 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h_g &= X \times g \\
 &= 17,5 \times 10\% \\
 &= 1,75 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h_s &= W \times s \\
 &= 3,5 \times 2\% \\
 &= 0,07 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\
 &= 1,75 + 0,07 \\
 &= 1,82 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{\Delta h}{l} \\
 &= \frac{1,82}{17,847} \\
 &= 0,102
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(17,847 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,102}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,5168 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Bahu jalan

$$\begin{aligned}
 X_{\text{jalan}} &= \frac{g}{s} \times W_{\text{jalan}} \\
 &= \frac{10\%}{4\%} \times 1,5 \\
 &= 3,75 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{jalan}} &= \sqrt{W^2 + X^2} \\
 &= \sqrt{1,5^2 + 3,75^2} = 4,039 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h_g &= X \times g \\
 &= 3,75 \times 10\% \\
 &= 0,375 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h_s &= W \times s \\
 &= 1,5 \times 4\% \\
 &= 0,06 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\
 &= 0,375 + 0,06 \\
 &= 0,435 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{\Delta h}{l} \\
 &= \frac{0,435}{4,039} \\
 &= 0,1077
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,44 \times \left(l \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(4,039 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,1077}} \right)^{0,467} \\
 &= 2,193 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_o \text{ total} &= t_o \text{ jalan} + t_o \text{ bahu jalan} \\
 &= 1,5168 + 2,193 \\
 &= 3,7098 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Maka dipilih t_o terbesar antara t_o total (t_o jalan + t_o bahu jalan) dengan t_{c1} maksimum yaitu 4,444 menit.

Perhitungan t_f

$$\begin{aligned}
 t_f &= \frac{L_{\text{saturan}}}{60 \times V} \\
 &= \frac{50}{60 \times 0,5} \\
 &= 1,6667 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan t_c

$$\begin{aligned}
 t_c &= t_o + t_f \\
 &= 4,444 + 1,6667 \\
 &= 6,1104 \text{ menit} = 0,1018 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas hujan

$$R_{24} = X_t = 443,912 \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{443,912}{24} \left(\frac{24}{0,1018} \right)^{\frac{2}{3}} = 705,6897 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan koefisien pengaliran

$$C_{gab} = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} A \text{ jalan} &= 3,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\ &= 175 \text{ m}^2 = 0,000175 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A \text{ bahu jalan} &= 1,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\ &= 75 \text{ m}^2 = 0,000075 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

$$C \text{ jalan} = 0,7$$

$$C \text{ bahu jalan} = 0,65$$

$$\begin{aligned} C_{gab} &= \frac{(0,000175 \times 0,7) + (0,000075 \times 0,65)}{(0,000175 + 0,000075)} \\ &= 0,685 \end{aligned}$$

Perhitungan debit

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{hidrologi}} &= \frac{1}{3,6} \times 0,685 \times 705,6897 \times \\ &\quad (0,000175 + 0,000075 + 0,005) \\ &= 0,0336 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Perhitungan dimensi saluran

$$\text{Luas penampang basah saluran (A)} = \frac{Q}{V} = \frac{0,0336}{0,5} = 0,067 \text{ m}^2$$

Saluran berbentuk trapesium dengan kemiringan talud (1:m) adalah 1:1, dengan b=h.

$$A = h(b+mh) = h(h+h) = 2h^2 = 0,067$$

$$h = \sqrt{\frac{0,067}{2}} = 0,183 \text{ meter} \approx 0,3 \text{ meter}$$

$$\text{Maka } b = h = 0,3 \text{ meter}$$

$$\text{Dihitung kembali : } A = 2 \times 0,3^2 = 0,18 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h\sqrt{z^2 + 1} = 0,3 + 2 \times 0,3\sqrt{1^2 + 1} = 1,149 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,18}{1,149} = 0,157 \text{ meter}$$

$$n = 0,05$$

$$i_s = \left(\frac{V \times n}{R^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{0,5 \times 0,05}{0,157^{2/3}} \right)^2 = 0,007397$$

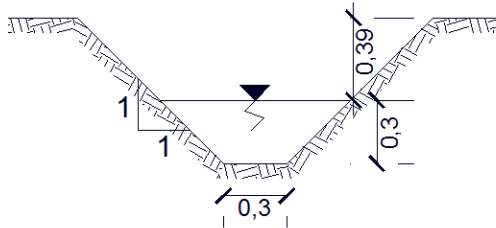
$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i_s^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,05} \times 0,157^{2/3} \times 0,007397^{1/2} \\ &= 0,5 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{hidrolika}} = A \times V = 0,18 \times 0,5 = 0,09 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{hidrolika}} > Q_{\text{hidrologi}}$$

0,09 m³/detik > 0,118 m³/detik (maka dimensi saluran dapat digunakan).

Gambar potongan melintang saluran kanan STA 14+450 – 14+500 dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Penampang Saluran Kanan STA 14+450 – 14+500

Adapun hasil perhitungan debit hidrologi dan hasil perhitungan dimensi saluran untuk STA lainnya disajikan pada Tabel 5.20, Tabel 5.21, Tabel 5.22, dan Tabel 5.23.

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Kiri

STA	Lsal. (m)	nd jalan	L jalan (m)	S jalan	to jalan (menit)	nd bahu	L bahu (m)	S bahu	to bahu (menit)	to total (menit)	nd lereng	L lereng (m)	S lereng	to lereng (menit)	to pakai (menit)	tf (menit)	tc (menit)	tc (jam)	C	I (mm/jam)	Q (m ³ /dt)
14+400 - 14+450	50	0.02	3.50	2%	1.0369	0.2	1.50	4%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	14.10%	17.610	17.610	1.667	19.277	0.321	0.247	328.073	0.118
14+450 - 14+500	50	0.02	17.85	10.20%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	120.19	18.03%	18.119	19.277	1.667	20.943	0.349	0.247	310.429	0.112
14+500 - 14+650	150	0.02	3.50	2%	1.0369	0.2	1.50	4%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	16.30%	17.024	20.943	5.000	25.943	0.432	0.247	269.138	0.291
14+650 - 14+700	50	0.02	17.85	10.20%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	128.47	15.93%	19.240	19.240	1.667	20.906	0.348	0.247	310.798	0.112
14+700 - 14+750	50	0.02	17.50	10.00%	1.5099	0.2	3.97	10.58%	2.1841	3.6941	0.8	136.79	14.36%	20.297	20.297	1.667	21.963	0.366	0.247	300.743	0.108
14+750 - 14+800	50	0.02	3.50	2%	1.0369	0.2	1.50	4%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	17.20%	16.812	21.963	1.667	23.630	0.394	0.247	286.430	0.103
14+800 - 14+900	100	0.02	3.50	2%	1.0369	0.2	1.50	4%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	24.40%	15.494	23.630	3.333	26.963	0.449	0.247	262.308	0.189
14+900 - 15+050	150	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	103.11	41.04%	13.920	26.963	5.000	31.963	0.533	0.247	234.185	0.253
15+050 - 15+100	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	39.80%	13.821	31.963	1.667	33.630	0.561	0.247	226.382	0.082
15+100 - 15+200	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.15	49.03%	13.295	31.295	3.333	16.628	0.277	0.247	362.044	0.261
15+200 - 15+250	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	41.40%	13.694	33.694	1.667	15.361	0.256	0.247	381.696	0.137
15+250 - 15+350	100	0.02	17.96	10.3%	1.5191	0.2	4.06	10.83%	2.1960	3.7151	0.8	101.95	51.69%	13.120	15.361	3.333	18.694	0.312	0.247	334.855	0.241
15+350 - 15+400	50	0.02	17.96	10.3%	1.5191	0.2	4.06	10.83%	2.1960	3.7151	0.8	101.37	61.53%	12.563	18.694	1.667	20.361	0.339	0.247	316.323	0.114
15+400 - 15+550	150	0.02	19.57	11.2%	1.5497	0.2	4.39	11.70%	2.2360	3.7858	0.8	101.01	77.98%	11.868	20.361	5.000	25.361	0.423	0.247	273.245	0.295
15+550 - 15+650	100	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	67.40%	12.221	25.361	3.333	28.694	0.478	0.247	251.651	0.181
15+650 - 15+700	50	0.02	12.40	7.1%	1.3933	0.2	2.96	7.89%	2.0393	3.4325	0.8	101.08	46.70%	13.381	28.694	1.667	30.361	0.506	0.247	242.355	0.087
15+900 - 15+950	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	18.61%	16.581	16.581	1.667	18.248	0.304	0.247	340.292	0.123
15+950 - 16+000	50	0.02	14.77	8.4%	1.4513	0.2	3.42	9.12%	2.1097	3.5609	0.8	116.77	15.88%	18.414	18.414	1.667	20.081	0.335	0.247	319.259	0.115
16+000 - 16+250	250	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	104.95	32.95%	14.773	20.081	8.333	28.414	0.474	0.247	253.303	0.456
16+250 - 16+500	250	0.02	19.57	11.2%	1.5497	0.2	4.39	11.70%	2.2360	3.7858	0.8	105.13	35.64%	14.517	28.414	8.333	36.747	0.612	0.247	213.392	0.384
16+500 - 16+650	150	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	12.00%	18.286	36.747	5.000	41.747	0.696	0.247	195.994	0.212
16+650 - 16+700	50	0.02	9.42	5.4%	1.3067	0.2	2.40	6.40%	1.9423	3.2490	0.8	101.46	29.62%	14.907	41.747	1.667	43.414	0.724	0.247	190.945	0.069
16+700 - 17+050	350	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	40.60%	13.757	43.414	11.667	55.081	0.918	0.247	162.928	0.411
17+050 - 17+100	50	0.02	16.48	9.4%	1.4888	0.2	3.76	10.03%	2.1569	3.6457	0.8	106.56	26.64%	15.636	55.081	1.667	56.747	0.946	0.247	159.722	0.058
17+100 - 17+350	250	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	30.90%	14.662	56.747	8.333	65.081	1.085	0.247	145.778	0.262
17+350 - 17+500	150	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	104.33	35.06%	14.521	65.081	5.000	70.081	1.168	0.247	138.759	0.150
17+500 - 17+600	100	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	38.10%	13.962	70.081	3.333	73.414	1.224	0.247	134.527	0.097
17+600 - 17+800	200	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.61	44.63%	13.619	13.619	6.667	20.285	0.338	0.247	317.109	0.457
17+800 - 17+900	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	104.21	35.54%	14.467	14.467	3.333	17.801	0.297	0.247	345.968	0.249
17+900 - 17+950	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	10.00%	19.081	19.081	1.667	20.748	0.346	0.247	312.377	0.112
17+950 - 18+000	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	103.63	38.13%	14.194	14.194	1.667	15.860	0.264	0.247	373.641	0.135
18+000 - 18+050	50	0.02	12.74	7.3%	1.4020	0.2	3.02	8.06%	2.0496	3.4516	0.8	102.20	33.93%	14.492	14.492	1.667	16.159	0.269	0.247	369.028	0.133
18+050 - 18+150	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.92	51.77%	13.113	13.113	3.333	16.447	0.274	0.247	364.705	0.263
18+150 - 18+300	150	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	50.80%	13.055	16.447	5.000	21.447	0.357	0.247	305.554	0.330
18+300 - 18+400	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.19	48.54%	13.329	13.329	3.333	16.662	0.278	0.247	361.552	0.260
18+400 - 18+450	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.73	43.66%	13.696	13.696	1.667	15.363	0.256	0.247	381.658	0.137
18+450 - 18+500	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	103.15	40.75%	13.946	13.946	1.667	15.613	0.260	0.247	377.580	0.136
18+500 - 18+600	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	103.06	41.33%	13.894	13.894	3.333	17.227	0.287	0.247	353.601	0.255

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Kiri (Lanjutan)

STA	Lsal. (m)	nd jalan	L jalan (m)	S jalan	to jalan (menit)	nd bahu	L bahu (m)	S bahu	to bahu (menit)	to total (menit)	nd lereng	L lereng (m)	S lereng	to lereng (menit)	to pakai (menit)	tf (menit)	tc (menit)	tc (jam)	C	I (mm/jam)	Q (m ³ /dt)
18+600 - 18+700	100	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	23.50%	15.630	17.227	3.333	20.561	0.343	0.247	314.269	0.226
18+700 - 18+950	250	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.19	48.54%	13.329	20.561	8.333	28.894	0.482	0.247	250.489	0.451
18+950 - 19+150	200	0.02	19.57	11.2%	1.5497	0.2	4.39	11.70%	2.2360	3.7858	0.8	102.17	53.64%	13.020	28.894	6.667	35.561	0.593	0.247	218.112	0.314
19+150 - 19+200	50	0.02	7.83	4.5%	1.2512	0.2	2.12	5.66%	1.8869	3.1381	0.8	100.31	50.76%	13.077	13.077	1.667	14.743	0.246	0.247	392.278	0.141
19+200 - 19+300	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.09	49.62%	13.255	13.255	3.333	16.588	0.276	0.247	362.627	0.261
19+400 - 19+500	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	103.12	40.94%	13.929	16.763	3.333	20.097	0.335	0.247	319.087	0.230
19+550 - 19+750	200	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	47.20%	13.281	13.281	6.667	19.948	0.332	0.247	320.673	0.462
19+800 - 19+900	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.80	53.44%	13.009	13.009	3.333	16.343	0.272	0.247	366.251	0.264
20+000 - 20+150	150	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.09	49.72%	13.248	13.248	5.000	18.248	0.304	0.247	340.287	0.368
20+150 - 20+350	200	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.22	64.68%	12.409	12.409	6.667	19.076	0.318	0.247	330.372	0.476
20+350 - 20+450	100	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	71.00%	12.074	19.076	3.333	22.409	0.373	0.247	296.739	0.214
20+450 - 20+550	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.76	81.61%	11.728	22.409	3.333	25.743	0.429	0.247	270.536	0.195
20+550 - 20+600	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.83	78.04%	11.856	11.856	1.667	13.522	0.225	0.247	415.554	0.150
20+600 - 20+650	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	57.10%	12.704	12.704	1.667	14.370	0.240	0.247	399.039	0.144
20+650 - 20+750	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.15	49.03%	13.295	14.370	3.333	17.704	0.295	0.247	347.230	0.250
20+750 - 20+800	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	43.90%	13.508	17.704	1.667	19.370	0.323	0.247	327.016	0.118
20+800 - 20+900	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.83	53.05%	13.033	19.370	3.333	22.704	0.318	0.247	294.169	0.212
20+900 - 21+150	250	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	59.80%	12.567	22.704	8.333	31.037	0.517	0.247	238.822	0.430
21+150 - 21+200	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	102.77	43.37%	13.720	13.720	1.667	15.387	0.256	0.247	381.263	0.137
21+200 - 21+250	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	40.00%	13.805	13.805	1.667	15.471	0.258	0.247	379.877	0.137
21+250 - 21+400	150	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.64	55.90%	12.864	15.471	5.000	20.471	0.341	0.247	315.184	0.340
21+400 - 21+550	150	0.02	19.57	11.2%	1.5497	0.2	4.39	11.70%	2.2360	3.7858	0.8	101.01	77.98%	11.868	20.471	5.000	25.471	0.425	0.247	272.454	0.294
21+550 - 21+650	100	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	59.60%	12.577	25.471	3.333	28.805	0.480	0.247	251.007	0.181
21+650 - 21+850	200	0.02	16.56	9.5%	1.4906	0.2	3.78	10.08%	2.1592	3.6498	0.8	100.42	101.12%	11.138	28.805	6.667	35.471	0.591	0.247	218.479	0.315
21+850 - 21+900	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	70.60%	12.090	35.471	1.667	37.138	0.619	0.247	211.892	0.076
21+900 - 22+100	200	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.54	96.92%	11.256	37.138	6.667	43.805	0.730	0.247	189.808	0.273
22+100 - 22+350	250	0.02	19.57	11.2%	1.5497	0.2	4.39	11.70%	2.2360	3.7858	0.8	100.39	125.48%	10.589	43.805	8.333	52.138	0.869	0.247	169.002	0.304
22+350 - 22+500	150	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.38	115.73%	10.791	10.791	5.000	15.791	0.263	0.247	374.738	0.405
22+500 - 22+600	100	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	94.90%	11.283	11.283	3.333	14.616	0.244	0.247	394.555	0.284
22+600 - 22+650	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.72	83.70%	11.658	11.658	1.667	13.324	0.222	0.247	419.662	0.151
22+650 - 22+700	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	73.10%	11.992	11.992	1.667	13.658	0.228	0.247	412.789	0.149
22+700 - 22+850	150	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.76	81.52%	11.732	13.658	5.000	18.658	0.311	0.247	335.283	0.362
22+850 - 23+150	300	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	55.90%	12.767	18.658	10.000	28.658	0.478	0.247	251.860	0.544
23+150 - 23+200	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.55	57.48%	12.776	28.658	1.667	30.325	0.505	0.247	242.546	0.087
23+200 - 23+250	50	0.02	9.75	5.6%	1.3171	0.2	2.46	6.56%	1.9533	3.2704	0.8	100.30	67.40%	12.238	30.325	1.667	31.992	0.533	0.247	234.047	0.084
23+400 - 23+450	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.63	89.16%	11.482	36.992	1.667	38.658	0.644	0.247	206.300	0.074

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Kiri (Lanjutan)

STA	Lsal. (m)	nd jalan	L jalan (m)	S jalan	to jalan (menit)	nd bahu	L bahu (m)	S bahu	to bahu (menit)	to total (menit)	nd lereng	L lereng (m)	S lereng	to lereng (menit)	to pakai (menit)	tf (menit)	tc (menit)	tc (jam)	C	I (mm/jam)	Q (m³/dt)
23+500 - 23+550	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	76.10%	11.880	11.880	1.667	13.546	0.226	0.247	415.063	0.149
23+550 - 23+600	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.03	70.31%	12.159	12.159	1.667	13.826	0.230	0.247	409.456	0.147
23+600 - 23+650	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.08	68.73%	12.226	12.226	1.667	13.893	0.232	0.247	408.127	0.147
23+650 - 23+700	50	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	70.90%	12.078	13.893	1.667	15.560	0.259	0.247	378.436	0.136
23+700 - 23+800	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.69	85.29%	11.605	11.605	3.333	14.938	0.249	0.247	388.859	0.280
23+800 - 23+900	100	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	100.59	92.24%	11.389	11.389	3.333	14.722	0.245	0.247	392.651	0.283
23+900 - 24+800	900	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	89.80%	11.429	14.722	30.000	44.722	0.745	0.247	187.202	1.213
24+800 - 24+850	50	0.02	17.85	10.2%	1.5168	0.2	4.04	10.77%	2.1930	3.7098	0.8	101.64	55.90%	12.864	44.722	1.667	46.389	0.773	0.247	182.691	0.066
24+850 - 24+900	50	0.02	7.21	4.1%	1.2274	0.2	2.02	5.38%	1.8650	3.0924	0.8	100.23	52.92%	12.945	46.389	1.667	48.056	0.801	0.247	178.442	0.064
24+900 - 24+950	50	0.02	11.40	6.5%	1.3661	0.2	2.77	7.38%	2.0076	3.3737	0.8	100.61	56.24%	12.785	48.056	1.667	49.722	0.829	0.247	174.432	0.063
24+950 - 25+850	900	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.50	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	62.10%	12.457	49.722	30.000	79.722	1.329	0.247	127.333	0.825
25+850 - 26+400	550	0.02	4.24	2.4%	1.0842	0.2	1.58	4.23%	1.7627	2.8469	0.8	100.04	46.42%	13.336	79.722	18.333	98.056	1.634	0.318	110.921	0.566
26+400 - 26+650	250	0.02	4.35	2.5%	1.0911	0.2	1.60	4.27%	1.7665	2.8576	0.8	102.90	6.28%	21.559	21.559	8.333	29.892	0.498	0.318	244.880	0.568
26+650 - 28+764.35	2114.35	0.02	3.50	2.0%	1.0369	0.2	1.5	4.00%	1.7402	2.7771	0.8	100.00	2.50%	26.375	26.375	70.478	96.853	1.614	0.318	111.837	2.195

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kiri

L sal (m)	STA	Q hdr lgi (m³/dt)	A (m²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	I	V (m/dt)	Q hrlka (m³/dt)	ΔQ (m³/dt)
50	14+400 - 14+450	0.118	0.236	0.34	0.34	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.0050	0.5	0.16	-0.042
50	14+450 - 14+500	0.112	0.224	0.33	0.33	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.0050	0.5	0.16	-0.048
150	14+500 - 14+650	0.291	0.581	0.54	0.54	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.0029	0.5	0.36	-0.069
50	14+650 - 14+700	0.112	0.224	0.33	0.33	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.0050	0.5	0.16	-0.048
50	14+700 - 14+750	0.108	0.217	0.33	0.33	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.0050	0.5	0.16	-0.052
50	14+750 - 14+800	0.103	0.206	0.32	0.32	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.0050	0.5	0.16	-0.057
100	14+800 - 14+900	0.189	0.378	0.43	0.43	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.0037	0.5	0.25	-0.061
150	14+900 - 15+050	0.253	0.506	0.50	0.50	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.0029	0.5	0.36	-0.107
50	15+050 - 15+100	0.082	0.163	0.29	0.29	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.0029	0.5	0.36	-0.278
100	15+100 - 15+200	0.261	0.521	0.51	0.51	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.0029	0.5	0.36	-0.099
50	15+200 - 15+250	0.137	0.275	0.37	0.37	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.0050	0.5	0.16	-0.023

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

L sal (m)	STA	Q (m ³ /dt)	A (m ²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	I	V (m/dt)	Q hrk (m ³ /dt)	ΔQ (m ³ /dt)
100	15+250 - 15+350	0.241	0.482	0.49	0.49	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	-0.009
50	15+350 - 15+400	0.114	0.228	0.34	0.34	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	-0.136
150	15+400 - 15+550	0.295	0.590	0.54	0.54	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	0.045
100	15+550 - 15+650	0.181	0.362	0.43	0.43	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	-0.069
50	15+650 - 15+700	0.087	0.175	0.30	0.30	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	-0.163
50	15+900 - 15+950	0.123	0.245	0.35	0.35	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.037
50	15+950 - 16+000	0.115	0.230	0.34	0.34	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.045
250	16+000 - 16+250	0.456	0.912	0.68	0.68	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.034
250	16+250 - 16+500	0.384	0.768	0.62	0.62	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.106
150	16+500 - 16+650	0.212	0.423	0.46	0.46	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.278
50	16+650 - 16+700	0.069	0.138	0.26	0.26	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.421
350	16+700 - 17+050	0.411	0.821	0.64	0.64	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.079
50	17+050 - 17+100	0.058	0.115	0.24	0.24	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.432
250	17+100 - 17+350	0.262	0.525	0.51	0.51	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.228
150	17+350 - 17+500	0.150	0.300	0.39	0.39	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.340
100	17+500 - 17+600	0.097	0.194	0.31	0.31	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.393
200	17+600 - 17+800	0.457	0.913	0.68	0.68	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.033
100	17+800 - 17+900	0.249	0.498	0.50	0.50	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	-0.001
50	17+900 - 17+950	0.112	0.225	0.34	0.34	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	-0.138
50	17+950 - 18+000	0.135	0.269	0.37	0.37	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.025
50	18+000 - 18+050	0.133	0.266	0.36	0.36	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.027
100	18+050 - 18+150	0.263	0.525	0.51	0.51	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.097
150	18+150 - 18+300	0.330	0.660	0.57	0.57	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.030
100	18+300 - 18+400	0.260	0.521	0.51	0.51	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.100
50	18+400 - 18+450	0.137	0.275	0.37	0.37	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.023
50	18+450 - 18+500	0.136	0.272	0.37	0.37	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.024

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

L sal (m)	STA	Q (m ³ /dt)	A (m ²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	I	V (m/dt)	Q hrllk (m ³ /dt)	ΔQ (m ³ /dt)
100	18+500 - 18+600	0.255	0.509	0.50	0.50	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.105
100	18+600 - 18+700	0.226	0.453	0.48	0.48	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.134
250	18+700 - 18+950	0.451	0.902	0.67	0.67	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.039
200	18+950 - 19+150	0.314	0.628	0.56	0.56	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.176
50	19+150 - 19+200	0.141	0.282	0.38	0.38	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.219
100	19+200 - 19+300	0.261	0.522	0.51	0.51	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.099
100	19+300 - 19+400	0.259	0.519	0.51	0.51	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.101
100	19+400 - 19+500	0.230	0.460	0.48	0.48	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.130
200	19+550 - 19+750	0.462	0.924	0.68	0.68	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.028
50	19+750 - 19+800	0.128	0.256	0.36	0.36	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.032
100	19+800 - 19+900	0.264	0.528	0.51	0.51	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.096
150	20+000 - 20+150	0.368	0.735	0.61	0.61	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.122
200	20+150 - 20+350	0.476	0.952	0.69	0.69	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.014
100	20+350 - 20+450	0.214	0.427	0.46	0.46	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.276
100	20+450 - 20+550	0.195	0.390	0.44	0.44	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.295
50	20+550 - 20+600	0.150	0.299	0.39	0.39	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.010
50	20+600 - 20+650	0.144	0.287	0.38	0.38	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.016
100	20+650 - 20+750	0.250	0.500	0.50	0.50	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	0.000
50	20+750 - 20+800	0.118	0.235	0.34	0.34	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	-0.132
100	20+800 - 20+900	0.212	0.424	0.46	0.46	0.5	0.50	0.5	1.914	0.261	0.50	1.0	0.05	0.00374	0.5	0.25	-0.038
250	20+900 - 21+150	0.430	0.860	0.66	0.66	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.060
50	21+150 - 21+200	0.137	0.275	0.37	0.37	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.023
50	21+200 - 21+250	0.137	0.274	0.37	0.37	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.023
150	21+250 - 21+400	0.340	0.681	0.58	0.58	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.020
150	21+400 - 21+550	0.294	0.589	0.54	0.54	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.066

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

L sal (m)	STA	Q (m ³ /dt)	A (m ²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	I	V (m/dt)	Q hrk (m ³ /dt)	ΔQ (m ³ /dt)
100	21+550 - 21+650	0.181	0.362	0.43	0.43	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.179
200	21+650 - 21+850	0.315	0.629	0.56	0.56	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.045
50	21+850 - 21+900	0.076	0.153	0.28	0.28	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.284
200	21+900 - 22+100	0.273	0.547	0.52	0.52	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.087
250	22+100 - 22+350	0.304	0.609	0.55	0.55	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.056
150	22+350 - 22+500	0.405	0.810	0.64	0.64	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.085
100	22+500 - 22+600	0.284	0.568	0.53	0.53	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.076
50	22+600 - 22+650	0.151	0.302	0.39	0.39	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.009
50	22+650 - 22+700	0.149	0.297	0.386	0.39	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.011
150	22+700 - 22+850	0.362	0.724	0.602	0.60	0.7	0.70	0.98	2.680	0.366	0.59	1.3	0.05	0.00239	0.5	0.49	-0.128
300	22+850 - 23+150	0.544	1.088	0.738	0.74	0.8	0.80	1.28	3.063	0.418	0.63	1.4	0.05	0.00200	0.5	0.64	-0.096
50	23+150 - 23+200	0.087	0.175	0.296	0.30	0.8	0.80	1.28	3.063	0.418	0.63	1.4	0.05	0.00200	0.5	0.64	-0.553
50	23+200 - 23+250	0.084	0.169	0.290	0.29	0.8	0.80	1.28	3.063	0.418	0.63	1.4	0.05	0.00200	0.5	0.64	-0.556
150	23+250 - 23+400	0.229	0.459	0.479	0.48	0.8	0.80	1.28	3.063	0.418	0.63	1.4	0.05	0.00200	0.5	0.64	-0.411
50	23+400 - 23+450	0.074	0.149	0.273	0.27	0.8	0.80	1.28	3.063	0.418	0.63	1.4	0.05	0.00200	0.5	0.64	-0.566
50	23+500 - 23+550	0.149	0.299	0.387	0.39	0.8	0.80	1.28	3.063	0.418	0.63	1.4	0.05	0.00200	0.5	0.64	-0.491
50	23+550 - 23+600	0.147	0.295	0.384	0.38	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.013
50	23+600 - 23+650	0.147	0.294	0.383	0.38	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.013
50	23+650 - 23+700	0.136	0.273	0.369	0.37	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.8	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.024
100	23+700 - 23+800	0.280	0.560	0.529	0.53	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.080
100	23+800 - 23+900	0.283	0.566	0.532	0.53	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.1	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.077
900	23+900 - 24+800	1.213	2.427	1.102	1.10	1.2	1.20	2.88	4.594	0.627	0.77	2.0	0.05	0.00116	0.5	1.44	-0.227
50	24+800 - 24+850	0.066	0.132	0.256	0.26	1.2	1.20	2.88	4.594	0.627	0.77	2.0	0.05	0.00116	0.5	1.44	-1.374
50	24+850 - 24+900	0.064	0.129	0.253	0.25	1.2	1.20	2.88	4.594	0.627	0.77	2.0	0.05	0.00116	0.5	1.44	-1.376
50	24+900 - 24+950	0.063	0.126	0.251	0.25	1.2	1.20	2.88	4.594	0.627	0.77	2.0	0.05	0.00116	0.5	1.44	-1.377

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

L sal (m)	STA	Q (m ³ /dt)	A (m ²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	I	V (m/dt)	Q hrk (m ³ /dt)	ΔQ (m ³ /dt)
900	24+950 - 25+850	0.825	1.651	0.908	0.91	1.2	1.20	2.88	4.594	0.627	0.77	2.0	0.05	0.00116	0.5	1.44	-0.615
550	25+850 - 26+400	0.566	1.133	0.753	0.75	1.2	1.20	2.88	4.594	0.627	0.77	2.0	0.05	0.00116	0.5	1.44	-0.874
250	26+400 - 26+650	0.568	1.137	0.754	0.75	0.8	0.80	1.28	3.063	0.418	0.63	1.4	0.05	0.00200	0.5	0.64	-0.072
2114.35	26+650 - 28+764.35	2.195	4.391	1.482	1.48	1.5	1.50	4.5	5.743	0.784	0.87	2.4	0.05	0.00087	0.5	2.25	-0.055

Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Kanan

STA	Lsal. (m)	nd jalan	Ljalan (m)	S jalan	to jalan (menit)	nd bahu	L bahu (m)	S bahu	to bahu (menit)	to total (menit)	to pakai (menit)	tf (menit)	tc (menit)	tc (jam)	C	I (mm/jam)	Q (m ³ /dt)
14+400 - 14+450	50	0.02	3.500	2%	1.0369	0.2	1.500	4%	1.7402	2.7771	2.7771	1.6667	4.4437	0.0741	0.685	872.6255	0.0415
14+450 - 14+500	50	0.02	17.847	10.20%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	4.4437	1.6667	6.1104	0.1018	0.685	705.6897	0.0336
14+500 - 14+700	50	0.02	17.847	10.20%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	1.6667	5.3765	0.0896	0.685	768.5315	0.0366
14+700 - 14+750	50	0.02	17.503	10.00%	1.5099	0.2	3.969	10.58%	2.1841	3.6941	5.3765	1.6667	7.0432	0.1174	0.685	641.9226	0.0305
15+100 - 15+200	100	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	3.3333	7.0432	0.1174	0.685	641.9226	0.0611
15+200 - 15+250	50	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	1.6667	4.4437	0.0741	0.685	872.6255	0.0415
15+250 - 15+350	100	0.02	17.962	10.3%	1.5191	0.2	4.062	10.83%	2.1960	3.7151	4.4437	3.3333	7.7771	0.1296	0.685	600.8736	0.0572
15+950 - 16+000	50	0.02	14.771	8.4%	1.4513	0.2	3.421	9.12%	2.1097	3.5609	3.5609	1.6667	5.2276	0.0871	0.685	783.0550	0.0372
16+000 - 16+250	250	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	5.2276	8.3333	13.5609	0.2260	0.685	414.7640	0.0987
16+250 - 16+500	250	0.02	19.566	11.2%	1.5497	0.2	4.389	11.70%	2.2360	3.7858	13.5609	8.3333	21.8943	0.3649	0.685	301.3750	0.0717
16+500 - 16+650	150	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	21.8943	5.0000	26.8943	0.4482	0.685	262.7570	0.0375
16+650 - 16+700	50	0.02	9.424	5.4%	1.3067	0.2	2.401	6.40%	1.9423	3.2490	26.8943	1.6667	28.5609	0.4760	0.685	252.4329	0.0120
16+700 - 17+050	350	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	28.5609	11.6667	40.2276	0.6705	0.685	200.8992	0.0669
17+050 - 17+100	50	0.02	16.476	9.4%	1.4888	0.2	3.762	10.03%	2.1569	3.6457	40.2276	1.6667	41.8943	0.6982	0.685	195.5350	0.0093
17+100 - 17+350	250	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	41.8943	8.3333	50.2276	0.8371	0.685	173.2604	0.0412
17+350 - 17+500	150	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	50.2276	5.0000	55.2276	0.9205	0.685	162.6385	0.0232
17+600 - 17+800	200	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	6.6667	10.3765	0.1729	0.685	495.7856	0.0943
17+950 - 18+000	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	1.6667	5.3765	0.0896	0.685	768.5315	0.0366
18+000 - 18+050	50	0.02	12.740	7.3%	1.4020	0.2	3.023	8.06%	2.0496	3.4516	3.4516	1.6667	5.1183	0.0853	0.685	794.1644	0.0378
18+050 - 18+150	100	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	3.3333	7.0432	0.1174	0.685	641.9226	0.0611

Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	Lsal. (m)	nd jalan	Ljalan (m)	S jalan	to jalan (menit)	nd bahu	Lbahu (m)	S bahu	to bahu (menit)	to total (menit)	to pakai (menit)	tf (menit)	tc (menit)	tc (jam)	c	i (mm/jam)	Q (m ³ /dt)
18+450 - 18+500	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	1.6667	5.3765	0.0896	0.685	768.5315	0.0366
18+600 - 18+700	100	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	3.3333	6.1104	0.1018	0.685	705.6897	0.0671
18+950 - 19+100	150	0.02	19.566	11.2%	1.5497	0.2	4.389	11.70%	2.2360	3.7858	14.4437	5.0000	19.4437	0.3241	0.685	326.1927	0.0466
19+150 - 19+200	50	0.02	7.826	4.5%	1.2512	0.2	2.121	5.66%	1.8869	3.1381	3.1381	1.6667	4.8048	0.0801	0.685	828.3475	0.0394
19+200 - 19+300	100	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	3.3333	7.0432	0.1174	0.685	641.9226	0.0611
19+300 - 19+400	100	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	3.3333	6.1104	0.1018	0.685	705.6897	0.0671
19+400 - 19+500	100	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	6.1104	3.3333	9.4437	0.1574	0.685	527.9158	0.0502
19+550 - 19+600	50	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	11.1104	1.6667	12.7771	0.2130	0.685	431.5586	0.0205
19+750 - 19+800	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	1.6667	5.3765	0.0896	0.685	768.5315	0.0366
19+800 - 19+850	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	1.6667	5.3765	0.0896	0.685	768.5315	0.0366
20+050 - 20+150	100	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	3.3333	7.0432	0.1174	0.685	641.9226	0.0611
20+150 - 20+200	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	1.6667	5.3765	0.0896	0.685	768.5315	0.0366
20+450 - 20+550	100	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	3.3333	7.0432	0.1174	0.685	641.9226	0.0611
20+550 - 20+600	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	1.6667	5.3765	0.0896	0.685	768.5315	0.0366
20+600 - 20+650	50	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	1.6667	4.4437	0.0741	0.685	872.6255	0.0415
20+650 - 20+750	100	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	4.4437	3.3333	7.7771	0.1296	0.685	600.8736	0.0572
20+800 - 20+850	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	9.4437	1.6667	11.1104	0.1852	0.685	473.7044	0.0225
20+900 - 21+100	200	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	11.1104	6.6667	17.7771	0.2963	0.685	346.2746	0.0659
21+200 - 21+250	50	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	1.6667	4.4437	0.0741	0.685	872.6255	0.0415
21+550 - 21+650	100	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	3.3333	6.1104	0.1018	0.685	705.6897	0.0671
21+800 - 21+850	50	0.02	16.562	9.5%	1.4906	0.2	3.779	10.08%	2.1592	3.6498	3.6498	1.6667	5.3165	0.0886	0.685	774.3034	0.0368
21+850 - 21+900	50	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	5.3165	1.6667	6.9832	0.1164	0.685	645.5946	0.0307
21+900 - 21+950	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	6.9832	1.6667	8.6498	0.1442	0.685	559.7442	0.0266
22+100 - 22+300	200	0.02	19.566	11.2%	1.5497	0.2	4.389	11.70%	2.2360	3.7858	8.6498	6.6667	15.3165	0.2553	0.685	382.4325	0.0728
22+350 - 22+500	150	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	5.0000	8.7098	0.1452	0.685	557.1703	0.0795
22+500 - 22+600	100	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	3.3333	6.1104	0.1018	0.685	705.6897	0.0671
22+650 - 22+700	50	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	1.6667	4.4437	0.0741	0.685	872.6255	0.0415
23+100 - 23+150	50	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	1.6667	4.4437	0.0741	0.685	872.6255	0.0415
23+150 - 23+200	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	4.4437	1.6667	6.1104	0.1018	0.685	705.6897	0.0336
23+250 - 23+400	150	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	5.0000	7.7771	0.1296	0.685	600.8736	0.0857

Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	L sal. (m)	nd jalan	L jalan (m)	S jalan	to jalan (menit)	nd bahu	L bahu (m)	S bahu	to bahu (menit)	to total (menit)	to pakai (menit)	tf (menit)	tc (menit)	tc (jam)	C	I (mm/jam)	Q (m³/dt)
23+450 - 23+500	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	9.4437	1.6667	11.1104	0.1852	0.685	473.7044	0.0225
23+650 - 23+700	50	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	1.6667	4.4437	0.0741	0.685	872.6255	0.0415
23+700 - 23+800	100	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	3.7098	3.3333	7.0432	0.1174	0.685	641.9226	0.0611
23+950 - 24+200	250	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	8.3333	11.1104	0.1852	0.685	473.7044	0.1127
24+300 - 24+800	500	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	16.6667	19.4437	0.3241	0.685	326.1927	0.1552
24+800 - 24+850	50	0.02	17.847	10.2%	1.5168	0.2	4.039	10.77%	2.1930	3.7098	19.4437	1.6667	21.1104	0.3518	0.685	308.7899	0.0147
24+850 - 24+900	50	0.02	7.207	4.1%	1.2274	0.2	2.018	5.38%	1.8650	3.0924	21.1104	1.6667	22.7771	0.3796	0.685	293.5365	0.0140
24+900 - 24+950	50	0.02	11.401	6.5%	1.3661	0.2	2.767	7.38%	2.0076	3.3737	22.7771	1.6667	24.4437	0.4074	0.685	280.0372	0.0133
24+950 - 25+600	650	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	24.4437	21.6667	46.1104	0.7685	0.685	183.4263	0.1134
25+600 - 25+800	200	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	46.1104	6.6667	52.7771	0.8796	0.685	167.6347	0.0319
25+850 - 26+400	550	0.02	4.236	2.4%	1.0842	0.2	1.585	4.23%	1.7627	2.8469	52.7771	18.3333	71.1104	1.1852	0.685	137.4165	0.0719
26+400 - 26+650	250	0.02	4.354	2.5%	1.0911	0.2	1.599	4.27%	1.7665	2.8576	2.8576	8.3333	11.1909	0.1865	0.685	471.4299	0.1121
26+650 - 28+764.35	2114.35	0.02	3.500	2.0%	1.0369	0.2	1.500	4.00%	1.7402	2.7771	2.7771	70.4783	73.2554	1.2209	0.685	134.7207	0.2710

Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kanan

L sal (m)	STA	Qh drlgi (m³/dt)	A (m²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	S	V (m/dt)	Q hrlka (m³/dt)	ΔQ (m³/dt)
50	14+400 - 14+450	0.042	0.083	0.204	0.204	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.048
50	14+450 - 14+500	0.034	0.067	0.183	0.183	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.056
50	14+650 - 14+700	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
50	14+700 - 14+750	0.031	0.061	0.175	0.175	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.009
100	15+100 - 15+200	0.061	0.122	0.247	0.247	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.029
50	15+200 - 15+250	0.042	0.083	0.204	0.204	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.048
100	15+250 - 15+350	0.057	0.114	0.239	0.239	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.033
50	15+950 - 16+000	0.037	0.074	0.193	0.193	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
250	16+000 - 16+250	0.099	0.197	0.314	0.314	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.061
250	16+250 - 16+500	0.072	0.143	0.268	0.268	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.088

Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

L sal (m)	STA	Qhrlgi (m ³ /dt)	A (m ²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	S	V (m/dt)	Q hrlka (m ³ /dt)	ΔQ (m ³ /dt)
150	16+500 - 16+650	0.037	0.075	0.194	0.194	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.123
50	16+650 - 16+700	0.012	0.024	0.110	0.110	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.148
350	16+700 - 17+050	0.067	0.134	0.259	0.259	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.093
50	17+050 - 17+100	0.009	0.019	0.096	0.096	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.151
250	17+100 - 17+350	0.041	0.082	0.203	0.203	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.119
150	17+350 - 17+500	0.023	0.046	0.152	0.152	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.137
200	17+600 - 17+800	0.094	0.189	0.307	0.307	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.066
50	17+950 - 18+000	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
50	18+000 - 18+050	0.038	0.076	0.194	0.194	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.002
100	18+050 - 18+150	0.061	0.122	0.247	0.247	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.029
50	18+450 - 18+500	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
100	18+600 - 18+700	0.067	0.134	0.259	0.259	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.023
150	18+950 - 19+100	0.047	0.093	0.216	0.216	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.043
50	19+150 - 19+200	0.039	0.079	0.199	0.199	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.001
100	19+200 - 19+300	0.061	0.122	0.247	0.247	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.029
100	19+300 - 19+400	0.067	0.134	0.259	0.259	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.023
100	19+400 - 19+500	0.050	0.100	0.224	0.224	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.040
50	19+550 - 19+600	0.021	0.041	0.143	0.143	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.069
50	19+750 - 19+800	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
50	19+800 - 19+850	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
100	20+050 - 20+150	0.061	0.122	0.247	0.247	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.029
50	20+150 - 20+200	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
100	20+450 - 20+550	0.061	0.122	0.247	0.247	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.029
50	20+550 - 20+600	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
50	20+600 - 20+650	0.042	0.083	0.204	0.204	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.048

Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

L sal (m)	STA	Q hrlgi (m ³ /dt)	A (m ²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	S	V (m/dt)	Q hrlka (m ³ /dt)	ΔQ (m ³ /dt)
100	20+650 - 20+750	0.057	0.114	0.239	0.239	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.033
50	20+750 - 20+800	0.025	0.050	0.158	0.158	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.065
50	20+800 - 20+850	0.023	0.045	0.150	0.150	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.067
200	20+900 - 21+100	0.066	0.132	0.257	0.257	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.024
50	21+150 - 21+200	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
50	21+200 - 21+250	0.042	0.083	0.204	0.204	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.048
100	21+550 - 21+650	0.067	0.134	0.259	0.259	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.023
50	21+800 - 21+850	0.037	0.074	0.192	0.192	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
50	21+850 - 21+900	0.031	0.061	0.175	0.175	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.009
50	21+900 - 21+950	0.027	0.053	0.163	0.163	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.013
150	21+950 - 22+100	0.059	0.118	0.243	0.243	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.031
200	22+100 - 22+300	0.073	0.146	0.270	0.270	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.017
150	22+350 - 22+500	0.080	0.159	0.282	0.282	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.010
100	22+500 - 22+600	0.067	0.134	0.259	0.259	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.023
50	22+600 - 22+650	0.037	0.073	0.191	0.191	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.003
50	22+650 - 22+700	0.042	0.083	0.204	0.204	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.048
50	23+100 - 23+150	0.042	0.083	0.204	0.204	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.048
50	23+150 - 23+200	0.034	0.067	0.183	0.183	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.006
150	23+250 - 23+400	0.086	0.171	0.293	0.293	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.004
50	23+450 - 23+500	0.023	0.045	0.150	0.150	0.2	0.20	0.08	0.766	0.104	0.32	0.52	0.05	0.01270	0.5	0.04	-0.017
50	23+650 - 23+700	0.042	0.083	0.204	0.204	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.048
100	23+700 - 23+800	0.06	0.122	0.25	0.25	0.3	0.3	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.029
250	23+950 - 24+200	0.113	0.225	0.336	0.336	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.047
500	24+300 - 24+800	0.155	0.310	0.394	0.394	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.005
50	24+800 - 24+850	0.015	0.029	0.121	0.121	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.145

Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

L sal (m)	STA	Qhdrigi (m ³ /dt)	A (m ²)	h (m)	b=h (m)	b pakai (m)	h pakai (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	W (m)	h sal (m)	n	S	V (m/dt)	Q hrlka (m ³ /dt)	ΔQ (m ³ /dt)
50	24+850 - 24+900	0.014	0.028	0.118	0.118	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.146
50	24+900 - 24+950	0.013	0.027	0.115	0.115	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.147
650	24+950 - 25+600	0.113	0.227	0.337	0.337	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.047
200	25+600 - 25+800	0.032	0.064	0.179	0.179	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.128
550	25+850 - 26+400	0.072	0.144	0.268	0.268	0.3	0.30	0.18	1.149	0.157	0.39	0.69	0.05	0.00740	0.5	0.09	-0.018
250	26+400 - 26+650	0.112	0.224	0.335	0.335	0.4	0.40	0.32	1.531	0.209	0.45	0.85	0.05	0.00504	0.5	0.16	-0.048
2114.35	26+650 - 28+764.35	0.271	0.542	0.521	0.521	0.6	0.60	0.72	2.297	0.313	0.55	1.15	0.05	0.00294	0.5	0.36	-0.089

5.4 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya diperlukan untuk mengetahui besarnya biaya yang diperlukan untuk pembangunan jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sobo – Desa Munjungan STA 14+400 – 28+764,35. Perencanaan anggaran biaya berdasarkan jumlah volume pekerjaan dari pembangunan jalan tersebut, meliputi:

- a. Pekerjaan tanah
 - Pekerjaan pembersihan jalan
 - Pekerjaan galian tanah
 - Pekerjaan timbunan tanah kembali
- b. Pekerjaan lapis pondasi
Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat A (CBR 100%).
- c. Pekerjaan pengaspalan
 - Pekerjaan AC WC
 - Pekerjaan lapis perekat (*tack coat*)
 - Pekerjaan AC Binder
 - Pekerjaan AC Base
 - Pekerjaan lapis resap pengikat (*prime coat*)
- d. Pekerjaan minor
 - Pembuatan marka jalan (tengah)
 - Pembuatan marka jala (tepi)
 - Pemasangan patok kilometer
 - Pemasangan patok hektometer

5.4.1 Perhitungan volume pekerjaan

- a. Pekerjaan tanah

Volume pekerjaan tanah terdiri dari pekerjaan galian dan timbunan. Perhitungan volume diambil setiap interval jarak potongan 500 meter. Perhitungan luas penampang melintang galian dan timbunan menggunakan bantuan *software autocad*.

- Pembersihan lahan

Hasil rekapitulasi volume pembersihan lahan disajikan dalam Tabel 5.24.

Tabel 5.24 Rekapitulasi Volume Pembersihan Lahan

STA Awal	STA Akhir	Jarak (m)	L _{Awal} (m)	L _{Akhir} (m)	Rata-Rata	Volume (m ²)
14+400	14+900	500	24.74	17.14	20.94	10470
14+900	15+400	500	17.14	28.74	22.94	11470
15+400	15+900	500	28.74	19.49	24.115	12057.5
15+900	16+400	500	19.49	36.99	28.24	14120
16+400	16+900	500	36.99	24.43	30.71	15355
16+900	17+400	500	24.43	24.7	24.565	12282.5
17+400	17+900	500	24.7	23.22	23.96	11980
17+900	18+400	500	23.22	64.81	44.015	22007.5
18+400	18+900	500	64.81	17.02	40.915	20457.5
18+900	19+400	500	17.02	28.1	22.56	11280
19+400	19+900	500	28.1	20.84	24.47	12235
19+900	20+400	500	20.84	18.68	19.76	9880
20+400	20+900	500	18.68	18.05	18.365	9182.5
20+900	21+400	500	18.05	28.5	23.275	11637.5
21+400	21+900	500	28.5	29.9	29.2	14600

Tabel 5.24 Rekapitulasi Volume Pembersihan Lahan (Lanjutan)

STA Awal	STA Akhir	Jarak (m)	L _{Awal} (m)	L _{Akhir} (m)	Rata-Rata	Volume (m ²)
21+900	22+400	500	29.9	22.54	26.22	13110
22+400	22+900	500	22.54	46.18	34.36	17180
22+900	23+400	500	46.18	40.11	43.145	21572.5
23+400	23+900	500	40.11	31.35	35.73	17865
23+900	24+400	500	31.35	36.78	34.065	17032.5
24+400	24+900	500	36.78	22.07	29.425	14712.5
24+900	25+400	500	22.07	17.32	19.695	9847.5
25+400	25+900	500	17.32	32.96	25.14	12570
25+900	26+400	500	32.96	17.62	25.29	12645
26+400	26+900	500	17.62	15.33	16.475	8237.5
26+900	27+400	500	15.33	33.43	24.38	12190
27+400	27+900	500	33.43	29.55	31.49	15745
27+900	28+400	500	29.55	12.91	21.23	10615
28+400	28+764.35	364.35	12.91	16.27	14.59	5315.8665
					Total	387,653.37

- Galian

Hasil rekapitulasi volume galian tanah disajikan dalam Tabel 5.25.

Tabel 5.25 Rekapitulasi Volume Galian Tanah

STA awal	STA akhir	Jarak (m)	Luas (m ²)			Volume (m ³)
			Galian Awal	Galian Akhir	Rata-Rata	
14+400	14+900	500	Galian Awal	Galian Akhir	Rata-Rata	25521.05
14+900	15+400	500	102.0842	0	51.0421	3601.05
15+400	15+900	500	0	14.4042	7.2021	3601.05
15+900	16+400	500	14.4042	0	7.2021	42482.5
16+400	16+900	500	0	169.93	84.965	54925.15
16+900	17+400	500	169.93	49.7706	109.8503	40756.725
17+400	17+900	500	49.7706	113.2563	81.51345	30398.325
17+900	18+400	500	113.2563	8.337	60.79665	151380.525
18+400	18+900	500	8.337	597.1851	302.76105	149296.275
18+900	19+400	500	597.1851	0	298.59255	27623.2
19+400	19+900	500	0	110.4928	55.2464	27623.2
19+900	20+400	500	110.4928	0	55.2464	0
20+400	20+900	500	0	0	0	0
20+900	21+400	500	0	0	0	3595.55

Tabel 5.25 Rekapitulasi Volume Galian Tanah (Lanjutan)

STA awal	STA akhir	Jarak (m)	Luas (m ²)			Volume (m ³)
			Galian Awal	Galian Akhir	Rata-Rata	
21+400	21+900	500	14.3822	111.2868	62.8345	31417.25
21+900	22+400	500	111.2868	26.2202	68.7535	34376.75
22+400	22+900	500	26.2202	68.9263	47.57325	23786.625
22+900	23+400	500	68.9263	188.6803	128.8033	64401.65
23+400	23+900	500	188.6803	16.6624	102.67135	51335.675
23+900	24+400	500	16.6624	196.6302	106.6463	53323.15
24+400	24+900	500	196.6302	24.3104	110.4703	55235.15
24+900	25+400	500	24.3104	7.0745	15.69245	7846.225
25+400	25+900	500	7.0745	0	3.53725	1768.625
25+900	26+400	500	0	5.4458	2.7229	1361.45
26+400	26+900	500	5.4458	0	2.7229	1361.45
26+900	27+400	500	0	0	0	0
27+400	27+900	500	0	19.2783	9.63915	4819.575
27+900	28+400	500	19.2783	0.681	9.97965	4989.825
28+400	28+764.35	364.35	0.681	0	0.3405	124.061175

Total volume galian adalah 896.952,06 m³.

- Timbunan

Hasil rekapitulasi volume timbunan tanah disajikan dalam Tabel 5.26.

Tabel 5.26 Rekapitulasi Volume Timbunan Tanah

STA awal	STA akhir	Jarak (m)	Luas (m ²)			Volume (m ³)	Volume 10% \times Timbunan (m ³)
			Timbunan Awal	Timbunan Akhir	Rata-Rata		
14+400	14+900	500	0	57.5409	28.77045	14385.225	15823.7475
14+900	15+400	500	57.5409	41.3281	49.4345	24717.25	27188.975
15+400	15+900	500	41.3281	113.7879	77.558	38779	42656.9
15+900	16+400	500	113.7879	0	56.89395	28446.975	31291.6725
16+400	16+900	500	0	0	0	0	0
16+900	17+400	500	0	0	0	0	0
17+400	17+900	500	0	27.6049	13.80245	6901.225	7591.3475
17+900	18+400	500	27.6049	59.3492	43.47705	21738.525	23912.3775
18+400	18+900	500	59.3492	97.7693	78.55925	39279.625	43207.5875
18+900	19+400	500	97.7693	0	48.88465	24442.325	26886.5575
19+400	19+900	500	0	97.7497	48.87485	24437.425	26881.1675
19+900	20+400	500	97.7497	76.8368	87.29325	43646.625	48011.2875

Tabel 5.26 Rekapitulasi Volume Timbunan Tanah (Lanjutan)

STA awal	STA akhir	Jarak (m)	Luas (m ²)			Volume (m ³)	Volume 10% \times Timbunan (m ³)
			Timbunan Awal	Timbunan Akhir	Rata-Rata		
20+400	20+900	500	76.8368	65.1173	70.97705	35488.525	39037.3775
20+900	21+400	500	65.1173	30.464	47.79065	23895.325	26284.8575
21+400	21+900	500	30.464	0	15.232	7616	8377.6
21+900	22+400	500	0	2.5388	1.2694	634.7	698.17
22+400	22+900	500	2.5388	21.1734	11.8561	5928.05	6520.855
22+900	23+400	500	21.1734	0	10.5867	5293.35	5822.685
23+400	23+900	500	0	64.4671	32.23355	16116.775	17728.4525
23+900	24+400	500	64.4671	0	32.23355	16116.775	17728.4525
24+400	24+900	500	0	1.334	0.667	333.5	366.85
24+900	25+400	500	1.334	0.2394	0.7867	393.35	432.685
25+400	25+900	500	0.2394	70.435	35.3372	17668.6	19435.46
25+900	26+400	500	70.435	0.9423	35.68865	17844.325	19628.7575
26+400	26+900	500	0.9423	21.567	11.25465	5627.325	6190.0575
26+900	27+400	500	21.567	75.9106	48.7388	24369.4	26806.34

Tabel 5.26 Rekapitulasi Volume Timbunan Tanah (Lanjutan)

STA awal	STA akhir	Jarak (m)	Luas (m ²)			Volume (m ³)	Volume 10% x Timbunan (m ³)
			Timbunan Awal	Timbunan Akhir	Rata-Rata		
27+400	27+900	500	75.9106	10.9474	43.429	21714.5	23885.95
27+900	28+400	500	10.9474	13.7183	12.33285	6166.425	6783.0675
28+400	28+764.35	364.35	13.7183	8.1146	10.91645	3977.408558	4375.149413
Total						475,958.53	523,554.39

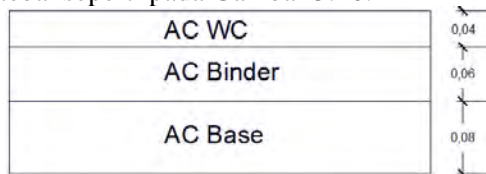
b. Pekerjaan lapis pondasi

Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat kelas A (CBR 100%), volume agregat kelas A dengan tebal 0,30 meter.

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 3,5 \text{ meter} \\
 \text{Tebal} &= 0,3 \text{ meter} \\
 \text{Panjang} &= 14364,35 \text{ meter} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (14364,35 \times 3,5 \times 0,3) \\
 &= 30165,135 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan pengaspalan

Perhitungan volume pekerjaan lapis permukaan dengan tebal seperti pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Tebal Lapisan *Surface*

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 3,5 \text{ meter} \\
 \text{Tebal AC WC} &= 0,04 \text{ meter} \\
 \text{Tebal AC binder} &= 0,06 \text{ meter} \\
 \text{Tebal AC base} &= 0,08 \text{ meter} \\
 \text{Panjang} &= 14364,35 \text{ meter} \\
 \text{Volume AC WC} &= 2 \times (3,5 \times 0,04 \times 14364,35) \\
 &= 4022,018 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume AC binder} &= 2 \times (3,5 \times 0,06 \times 14364,35) \\
 &= 6033,027 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume AC base} &= 2 \times (3,5 \times 0,08 \times 14364,35) \\
 &= 8044,036 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Pekerjaan lapis perekat dengan *tack coat* dihitung berdasarkan data-data berikut ini:

$$\text{Lebar} = 3,5 \text{ meter}$$

Panjang = 14364,35 meter
 Kebutuhan 1 m³ *tack coat* adalah 0,4 liter (sesuai Spesifikasi Umum 2010 (revisi 2) PU Bina Marga).
 Volume = (2 x 3,5) x 14364,35 x 0,4
 = 40220,18 liter/m²

- Pekerjaan lapis resap pengikat dengan *prime coat* dihitung berdasarkan data-data berikut ini:
 Lebar = 3,5 meter
 Panjang = 14364,35 meter
 Kebutuhan 1 m³ *prime coat* adalah 1,2 liter (sesuai Spesifikasi Umum 2010 (revisi 2) PU Bina Marga).
 Volume = (2 x 3,5) x 14364,35 x 1,2
 = 120660,54 liter/m²

d. Pekerjaan minor

- Pemasangan marka jalan putus-putus (tengah)
 - Untuk kecepatan rencana 60 km/jam
 Lebar marka = 0,12 meter
 Panjang marka = 5 meter
 Jarak antar marka = 8 meter
 Panjang jalan = 3146,47 meter
 Volume = [(3146,47/8) x 5] x 0,12
 = 235,9853 m²
 - Untuk kecepatan rencana 40 km/jam
 Lebar marka = 0,12 meter
 Panjang marka = 3 meter
 Jarak antar marka = 5 meter
 Panjang jalan = 4813,75 meter
 Volume = [(4813,75/5) x 3] x 0,12
 = 346,59 m²
- Pemasangan marka jalan solod (tengah)
 - Lebar = 0,12 meter
 Panjang = 6404,13 meter

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,12 \times 6404,13 \\ &= 768,4956 \text{ m}^2\end{aligned}$$

- Pemasangan marka jalan solid (tepi)
 - Lebar = 0,12 meter
 - Panjang = 14364,35 meter
 - Volume = $2 \times 0,12 \times 14364,35$
= 3447,444 m²
- Pemasangan patok kilometer setiap jarak 1 km, maka untuk ruas jalan yang direncanakan diperlukan 14 buah patok kilometer.
- Pemasangan patok hektometer setiap jarak 100 meter, maka untuk ruas jalan yang direncanakan diperlukan 143 buah patok hektometer.

5.4.2 Harga satuan dasar

Harga satuan dasar yang digunakan adalah harga satuan dasar wilayah Kecamatan Munjungan pada tahun 2013, sehingga harga tahun 2013 perlu dikonversikan ke tahun 2016 dengan memperhitungkan nilai inflasi rata-rata yang didapat dari data inflasi Bank Indonesia.

Nilai inflasi rata-rata = 5,98%

n = 3 tahun

Harga th.2016 = harga th.2013 x (F/P,i%,n)

(F/P, 5,98%, 3) = $(1+5,98\%)^3$
= 1,191

Adapun harga satuan upah, bahan, dan alat tercantum dalam Tabel 5.27, 5.28, dan 5.29.

Tabel 5.27 Harga Satuan Upah

No.	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016(Rp)
1	Pekerja	(L01)	Jam	5,483	6,528
2	Tukang	(L02)	Jam	7,607	9,056
3	Mandor	(L03)	Jam	9,072	10,800
4	Operator	(L04)	Jam	9,211	10,965
5	Pembantu operator	(L05)	Jam	7,369	8,772
6	Sopir	(L06)	Jam	9,146	10,889
7	Pembantu sopir	(L07)	Jam	7,317	8,711
8	Mekanik	(L08)	Jam	9,293	11,063
9	Pembantu mekanik	(L09)	Jam	7,434	8,850
10	Kepala tukang	(L10)	Jam	9,128	10,867

Sumber : Harga Satuan Dasar Kec. Munjungan Th. 2013

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
1	Pasir Pasang (Sedang)	M01b	M3	160,000.00	190,480.74	Base Camp
2	Pasir Beton (Kasar)	M01a	M3	187,500.00	223,219.62	Base Camp
3	Pasir Halus (untuk HRS)	M01c	M3	135,000.00	160,718.13	Base Camp
4	Pasir Urug (ada unsur lempung)	M01d	M3	187,500.00	223,219.62	Base Camp
5	Batu Kali	M02	M3	170,900.00	203,457.24	Lokasi Pekerjaan
6	Agregat Kasar	M03	M3	244,784.77	291,417.41	Base Camp
7	Agregat Halus	M04	M3	244,784.77	291,417.41	Base Camp
8	Filler	M05	Kg	550.00	654.78	Proses/Base Camp
9	Batu Belah / Kerakal	M06	M3	234,900.00	279,649.54	Lokasi Pekerjaan
10	Gravel	M07	M3	268,900.00	320,126.70	Base Camp
11	Bahan Tanah Timbunan	M08	M3	39,000.00	46,429.68	Borrow Pit/quarry

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
12	Bahan Pilihan	M09	M3	62,275.00	74,138.68	Quarry
13	Aspal	M10	KG	8,176.16	9,733.75	Base Camp
14	Kerosen / Minyak Tanah	M11	LITER	9,500.00	11,309.79	Base Camp
15	Semen / PC (50kg)	M12	Zak	55,250.00	65,775.38	Base Camp
16	Semen / PC (kg)	M12	Kg	1,105.00	1,315.51	Base Camp
17	Besi Beton	M13	Kg	9,196.00	10,947.88	Lokasi Pekerjaan
18	Kawat Beton	M14	Kg	12,500.00	14,881.31	Lokasi Pekerjaan
19	Kawat Bronjong	M15	Kg	17,100.00	20,357.63	Lokasi Pekerjaan
20	S i r t u	M16	M3	147,300.00	175,361.33	Lokasi Pekerjaan
21	Cat Marka (Non Thermoplas)	M17a	Kg	-	-	Lokasi Pekerjaan
22	Cat Marka (Thermoplastic)	M17b	Kg	31,000.00	36,905.64	Lokasi Pekerjaan
23	P a k u	M18	Kg	16,000.00	19,048.07	Lokasi Pekerjaan

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
24	Kayu Perancah	M19	M3	1,725,000.00	2,053,620.51	Lokasi Pekerjaan
25	B e n s i n	M20	LITER	9,240.00	11,000.26	Pertamina
26	S o l a r	M21	LITER	9,240.00	11,000.26	Pertamina
27	Minyak Pelumas / Olie	M22	LITER	21,500.00	25,595.85	Pertamina
28	Plastik Filter	M23	M2	18,000.00	21,429.08	Lokasi Pekerjaan
29	Pipa Galvanis Dia. 1.6"	M24	Batang	86,800.00	103,335.80	Lokasi Pekerjaan
30	Pipa Porus	M25	M'	44,600.00	53,096.51	Lokasi Pekerjaan
31	Bahan Agr.Base Kelas A	M26	M3	231,328.53	275,397.69	Base Camp
32	Bahan Agr.Base Kelas B	M27	M3	207,425.46	246,940.98	Base Camp
33	Bahan Agr.Base Kelas C	M28	M3	246,959.07	294,005.92	Base Camp
34	Bahan Agr.Base Kelas C2	M29	M3	-	-	Tidak tersedia

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
35	Geotextile	M30	M2	98,000.00	116,669.45	Lokasi Pekerjaan
36	Aspal Emulsi	M31	Kg	10,600.00	12,619.35	Base Camp
37	Gebalan Rumput	M32	M2	63,000.00	75,001.79	Lokasi Pekerjaan
38	Thinner	M33	LITER	23,000.00	27,381.61	Lokasi Pekerjaan
39	Glass Bead	M34	Kg	23,000.00	27,381.61	Lokasi Pekerjaan
40	Pelat Rambu (Eng. Grade)	M35a	BH	225,668.00	268,658.80	Lokasi Pekerjaan
41	Pelat Rambu (High I. Grade)	M35b	BH	277,571.64	330,450.33	Lokasi Pekerjaan
42	Rel Pengaman	M36	M'	885,968.00	1,054,749.02	Lokasi Pekerjaan
43	Beton K-250	M37	M3	1,410,343.42	1,679,020.39	Lokasi Pekerjaan
44	Baja Tulangan (Polos) U24	M39a	Kg	9,252.00	11,014.55	Lokasi Pekerjaan
45	Baja Tulangan (Ulir) D32	M39b	Kg	8,804.00	10,481.20	Lokasi Pekerjaan
46	Kapur	M40	M3	139,402.00	165,958.73	Hasil Proses
47	Chipping	M41	M3	244,784.77	291,417.41	Base Camp

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
48	Chipping (kg)	M41kg	Kg	129.87	154.61	Base Camp
49	Cat	M42	Kg	17,800.00	21,190.98	Base Camp
50	Pemantul Cahaya (Reflector)	M43	Bh.	12,600.00	15,000.36	Base Camp
51	Pasir Urug	M44	M3	112,700.00	134,169.87	Base Camp
52	Arbocell	M45	Kg.	32,000.00	38,096.15	Base Camp
53	Baja Bergelombang	M46	Kg	12,500.00	14,881.31	Lokasi Pekerjaan
54	Beton K-125	M47	M3	902,130.87	1,073,990.99	Lokasi Pekerjaan
55	Baja Struktur	M48	Kg	15,000.00	17,857.57	Pelabuhan terdekat
56	Tiang Pancang Baja	M49	M'	25,247.37	30,057.11	Lokasi Pekerjaan
57	Tiang Pancang Beton Pratekan	M50	M3	423,957.93	504,723.88	Pelabuhan terdekat
58	Kawat Las	M51	Dos	122,000.00	145,241.57	Lokasi Pekerjaan
59	Pipa Baja	M52	Kg	15,000.00	17,857.57	Pelabuhan terdekat

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
60	Minyak Fluks	M53	Liter	28,000.00	33,334.13	Base Camp
61	Bunker Oil	M54	Liter	3,000.00	3,571.51	Base Camp
62	Asbuton Halus	M55	Ton	325,000.00	386,914.01	Base Camp
63	Baja Prategang	M56	Kg	21,500.00	25,595.85	Base Camp
64	Baja Tulangan (Polos) U32	M57a	Kg	10,179.00	12,118.15	Lokasi Pekerjaan
65	Baja Tulangan (Ulir) D39	M39c	Kg	7,973.00	9,491.89	Lokasi Pekerjaan
66	Baja Tulangan (Ulir) D48	M39d	Kg	9,473.00	11,277.65	Lokasi Pekerjaan
67	PCI Girder L=17m	M58a	Buah	44,871,750.00	53,420,026.65	Pelabuhan terdekat
68	PCI Girder L=21m	M58b	Buah	60,637,500.00	72,189,225.20	Pelabuhan terdekat
69	PCI Girder L=26m	M58c	Buah	93,648,555.00	111,489,039.40	Pelabuhan terdekat
70	PCI Girder L=32m	M58d	Buah	163,721,250.00	194,910,908.03	Pelabuhan terdekat

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
71	PCI Girder L=36	M58e	Buah	220,914,540.00	262,999,785.24	Pelabuhan terdekat
72	PCI Girder L=41m	M58f	Buah	238,911,750.00	284,425,547.28	Pelabuhan terdekat
73	Beton K-300	M59	M3	1,469,880.80	1,749,899.91	Lokasi Pekerjaan
74	Beton K-175	M60	M3	1,015,878.00	1,209,407.48	Lokasi Pekerjaan
75	Cerucuk	M61	M	11,500.00	13,690.80	
76	Elastomer	M62	buah	2,500,000.00	2,976,261.60	
77	Bahan pengawet: kreosot	M63	liter	68,000.00	80,954.32	
78	Mata Kucing	M64	buah	100,000.00	119,050.46	
79	Anchorage	M65	buah	1,290,000.00	1,535,750.99	
80	Anti strpping agent	M66	Kg	46,000.00	54,763.21	
81	Bahan Modifikasi	M67	Kg	10,000.00	11,905.05	
82	Beton K-500	M68	M3	2,030,960.98	2,417,868.47	

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
83	Beton K-400	M69	M3	1,901,413.38	2,263,641.45	
84	Ducting (Kabel prestress)	M70	M'	125,000.00	148,813.08	
85	Ducting (Strand prestress)	M71	M'	121,000.00	144,051.06	
86	Beton K-350	M72	M3	1,846,785.89	2,198,607.17	
87	Multipleks 12 mm	M73	Lbr	117,000.00	139,289.04	
88	Elastomer jenis 1	M74a	buah	2,300,000.00	2,738,160.68	Base Camp
89	Elastomer jenis 2	M74b	buah	2,400,000.00	2,857,211.14	Base Camp
90	Elastomer jenis 3	M74c	buah	2,500,000.00	2,976,261.60	Base Camp
91	Expansion Tipe Joint Asphaltic Plug	M75d	M	1,200,000.00	1,428,605.57	Base Camp

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
92	Expansion Join Tipe Rubber	M75e	M	1,500,000.00	1,785,756.96	Base Camp
93	Expansion Join Baja Siku	M75f	M	1,400,000.00	1,666,706.50	Base Camp
94	Marmer	M76	Buah	395,000.00	470,249.33	Base Camp
95	Kerb Type A	M77	Buah	70,800.00	84,287.73	Base Camp
96	Paving Block	M78	Buah	1,600.00	1,904.81	Lokasi Pekerjaan
97	Mini Timber Pile	M79	Buah	121,000.00	144,051.06	Lokasi Pekerjaan
98	Expansion Joint Tipe Torma	M80	M1	143,000.00	170,242.16	Lokasi Pekerjaan
99	Strip Bearing	M81	Buah	165,000.00	196,433.27	Lokasi Pekerjaan
100	Joint Socket Pile 35x35	M82	Set	168,000.00	200,004.78	Lokasi Pekerjaan
101	Joint Socket Pile 16x16x16	M83	Set	105,000.00	125,002.99	Lokasi Pekerjaan

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
102	Mikro Pile 16x16x16	M84	M1	105,000.00	125,002.99	Lokasi Pekerjaan
103	Matras Concrete	M85	Buah	163,000.00	194,052.26	Lokasi Pekerjaan
104	Assetilline	M86	Botol	250,000.00	297,626.16	Lokasi Pekerjaan
105	Oxygen	M87	Botol	22,500.00	26,786.35	Lokasi Pekerjaan
106	Batu Bara	M88	Kg	725.00	863.12	Lokasi Pekerjaan
107	Pipa Galvanis Dia 3"	M24a	M	35,667.00	42,461.73	
108	Pipa Galvanis Dia 1,5"	M24b	M	30,667.00	36,509.21	
109	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	M91	M3	244,784.77	291,417.41	Base Camp
110	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	M92	M3	244,784.77	291,417.41	Base Camp
111	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	M93	M3	244,784.77	291,417.41	Base Camp

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
112	Joint Sealent	M94	Kg	60,500.00	72,025.53	
113	Cat Anti Karat	M95	Kg	67,000.00	79,763.81	
114	Expansion Cap	M96	M2	-	-	
115	Polytene 125 mikron	M97	Kg	127,000.00	151,194.09	
116	Curing Compound	M98	Ltr	-	-	
117	Kayu Acuan	M99	M3	1,725,000.00	2,053,620.51	
118	Additive	M67a	Ltr	95,000.00	113,097.94	
119	Casing	M100	Kg	104,000.00	123,812.48	
120	Pasir Tailing		M3	132,000.00	157,146.61	Base Camp
121	Polimer		M1	126,500.00	150,598.84	Base Camp
122	Batubara		kg	725.00	863.12	Base Camp
123	Kerb jenis 1		Buah	64,500.00	76,787.55	
124	Kerb jenis 2		Buah	64,500.00	76,787.55	
125	Kerb jenis 3		Buah	64,500.00	76,787.55	

Tabel 5.28 Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Barang	Kode Barang	Satuan	Harga Satuan 2013 (Rp)	Harga Satuan 2016 (Rp)	Keterangan
126	Bahan Modifikasi		Kg	10,830.00	12,893.17	
127	Aditif anti pengelupasan		Kg	121,500.00	144,646.31	
128	Bahan Pengisi (Filler) Tambahan		Kg	1,050.00	1,250.03	
129	Asbuton yang diproses		Kg	10,830.00	12,893.17	
130	Elastomer Alam		Kg	10,830.00	12,893.17	
131	Elastomer Sintesis		Kg	10830	12,893.17	
132	Mortar		M3	270000	321,436.25	

Sumber : Harga Satuan Dasar Kecamatan Munjungan Tahun 2013

Tabel 5.29 Harga Sewa Alat

No	Uraian	Kode	HP	Kapasitas	Harga Alat (Rp)	Biaya Sewa Alat/Jam (diluar	Biaya Sewa Alat/Jam (diluar PPN) 2016
1	ASPHALT MIXING PLANT	E01	294	60 T/Jam	2265250000	4,579,798	5,452,271.35
2	ASPHALT FINISHER	E02	72.4	10 Ton	2329000000	198,723	236,580.65
3	ASPHALT SPRAYER	E03	4	850 Liter	88250000	38,087	45,343.13
4	BULLDOZER 100-150 HP	E04	155	-	1015000000	404,535	481,600.80
5	COMPRESSOR 4000-6500 L/M	E05	60	5000 CPM/(L/m)	0	134,937	160,643.12
6	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M3	E06	20	500 Liter	147900000	46,702	55,598.95
7	CRANE 10-15 TON	E07	138	15 Ton	610450000	316,114	376,335.67
8	DUMP TRUCK 3.5 TON	E08	100	3.5 Ton	236300000	184,611	219,780.75
9	DUMP TRUCK 10 TON	E09	190	10 Ton	922250000	262,000	311,912.22
10	EXCAVATOR 80-140 HP	E10	133	0.93 M3	1131000000	310,351	369,474.31
11	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	E11	190	10 ton	348000000	191,380	227,838.78
12	GENERATOR SET	E12	180	135 KVA	395250000	319,392	380,237.35
13	MOTOR GRADER >100 HP	E13	135	10800 -	1105000000	372,023	442,895.11
14	TRACK LOADER 75-100 HP	E14	70	0.8 M3	495900000	206,196	245,477.63
15	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	E15	96	1.5 M3	1020000000	356,752	424,715.13
16	THREE WHEEL ROLLER 6-8 T	E16	55	8 Ton	297250000	126,260	150,313.12
17	TANDEM ROLLER 6-8 T.	E17	82	8.1 Ton	1105000000	179,687	213,918.21
18	TIRE ROLLER 8-10 T.	E18	100.5	9 Ton	1062500000	189,001	225,006.57
19	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	E19	82	7.05 Ton	1912500000	257,478	306,528.75
20	CONCRETE VIBRATOR	E20	5.5	25 -	10150000	21,322	25,384.27
21	STONE CRUSHER	E21	220	50 T/Jam	1398250000	584,642	696,019.01
22	WATER PUMP 70-100 mm	E22	6	-	28091650	23,148	27,557.83

Tabel 5.29 Harga Sewa Alat (Lanjutan)

No	Uraian	Kode	HP	Kapasitas	Harga Alat (Rp)	Biaya Sewa Alat/Jam (diluar	Biaya Sewa Alat/Jam (diluar PPN) 2016
23	WATER TANKER 3000-4500 L.	E23	100	4000 Liter	136000000	161,948	192,799.55
24	PEDESTRIAN ROLLER	E24	8.8	835 Ton	17400000	23,527	28,008.90
25	TAMPER	E25	4.7	121 Ton	0	14,792	17,609.62
26	JACK HAMMER	E26	0	1330 -	58000000	20,743	24,694.35
27	FULVI MIXER	E27	345	2005 -	0	146,203	174,055.35
28	CONCRETE PUMP	E28	100	8 M3	456750000	227,397	270,716.84
29	TRAILER 20 TON	E29	175	20 Ton	746300000	381,053	453,645.79
30	PILE DRIVER + HAMMER	E30	25	2.5 Ton	174000000	77,849	92,679.64
31	CRANE ON TRACK 35 TON	E31	125	35 Ton	1126650000	272,763	324,725.62
32	WELDING SET	E32	40	250 Amp	39150000	38,115	45,376.08
33	BORE PILE MACHINE	E33	150	2000 Meter	7238400000	1,717,221	2,044,360.01
34	ASPHALT LIQUID MIXER	E34	5	1000 Liter	0	142,000	169,051.66
35	TRONTON	E35	150	15 Ton	435000000	362,322	431,346.36
36	COLD MILLING	E36	248	1000 m	2235500000	1,549,902	1,845,165.52
37	ROCK DRILL BREAKER	E37	3	-	0	19,370	23,059.61
38	COLD RECYCLER	E38	900	2200 M	11815000000	3,796,729	4,520,023.09
39	HOT RECYCLER	E39	400	3 M	0	509,124	606,114.08
40	AGGREGAT (CHIP) SPREADER	E40	115	3.5 M	0	189,862	226,031.46
41	ASPHALT DISTRIBUTOR	E41	115	4000 Liter	4350000000	255212.19	303,831.30
42	SLIP FORM PAVER	E42	105	2.5 M	0	144,562	172,101.82
43	CONCRETE PAN MIXER	E43	134	600 Liter	0	218,785	260,464.19
44	CONCRETE BREAKER	E44	290	20 m3/jam	0	373,185	444,279.00

Tabel 5.29 Harga Sewa Alat (Lanjutan)

No	Uraian	Kode	HP	Kapasitas	Harga Alat (Rp)	Biaya Sewa Alat/Jam (diluar	Biaya Sewa Alat/Jam (diluar PPN) 2016
45	ASPAHLT TANKER	E45	190	4000 liter	72500000	283899.49	337,983.66
46	CEMENT TANKER	E46	190	4000 liter	0	242,440	288,625.37
47	CONCRETE MIXER (350)	E47	20	350 liter	72500000	58927.02	70,152.89
48	VIBRATING RAMMER	E48	4.2	80 KG	18850000	23897.14	28,449.66
49	TRUK MIXER (AGITATOR)	E49	220	5 M3	147900000	312932.9	372,548.07
50	BORE PILE MACHINE	E50	125	60 CM	7194900000	2169181.51	2,582,420.66
51	CRANE ON TRACK 75-100 TON	E51	200	75 Ton	1200600000	526083.76	626,305.16
52	BLENDING EQUIPMENT	E52	50	30 Ton		83,750	99,704.49
53	ASPHALT LIQUID MIXER	E34a	40	20000 Liter		57,069	67,941.17
54	Chain sow					57,098	67,975.37

Sumber: Harga Satuan Dasar Kecamatan Munjungan Tahun 2013

5.4.3 Analisis harga satuan pokok kegiatan

Analisis harga satuan pokok kegiatan dibagi atas masing-masing pekerjaan yang tercantum pada Tabel 5.30.

Tabel 5.30 Rekapitulasi Analisis Harga Satuan Pokok Kegiatan

Galian Biasa					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Mandor (L03)	0.0109	Jam	Rp 10,799.66	Rp 117.72
2	Pekerja (L01)	0.0218	Jam	Rp 6,527.71	Rp 142.30
			Jumlah Harga Tenaga		Rp 260.02
B	Peralatan				
1	Excavator (E10)	0.0109	Jam	Rp 369,474.31	Rp 4,027.27
2	Dump Truck (E08)	0.196	Jam	Rp 219,780.75	Rp 43,077.03
3	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp -
			Jumlah Harga Peralatan		Rp 47,104.30
C	Jumlah Harga Tenaga dan Peralatan (A+B)				Rp 47,364.32
D	Overhead & Profit 10% x C				Rp 4,736.43
E	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)				Rp 52,100.75
Timbunan Biasa					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Mandor (L03)	0.0101	Jam	Rp 10,799.66	Rp 109.08
2	Pekerja (L01)	0.0403	Jam	Rp 6,527.71	Rp 263.07
			Jumlah Harga Tenaga		Rp 372.14
B	Peralatan				
1	Excavator (E10)	0.0101	Jam	Rp 369,474.31	Rp 3,731.69
2	Dump Truck (E08)	0.2497	Jam	Rp 219,780.75	Rp 54,879.25
3	Motor Grader (E13)	0.0037	Jam	Rp 442,895.11	Rp 1,638.71
4	Vibro Roller (E19)	0.0042	Jam	Rp 306,528.75	Rp 1,287.42
5	Water Tank Truck (E23)	0.007	Jam	Rp 192,799.55	Rp 1,349.60
6	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp -
			Jumlah Harga Peralatan		Rp 62,886.67
C	Jumlah Harga Tenaga dan Peralatan (A+B)				Rp 63,258.82
D	Overhead & Profit 10% x C				Rp 6,325.88
E	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)				Rp 69,584.70

Pembersihan Lahan					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Mandor (L03)	0.014	Jam	Rp 10,799.66	Rp 151.20
2	Pekerja (L01)	0.07	Jam	Rp 6,527.71	Rp 456.94
			Jumlah Harga Tenaga		Rp 608.13
B	Peralatan				
1	Dump Truck (E08)	0.0472	Jam	Rp 219,780.75	Rp 10,373.65
2	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp -
			Jumlah Harga Peralatan		Rp 10,373.65
C	Jumlah Harga Tenaga dan Peralatan (A+B)				Rp 10,981.79
D	Overhead & Profit 10% x C				Rp 1,098.18
E	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)				Rp 12,079.96
Lapis Pondasi Agregat Kelas A					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Mandor (L03)	0.0085	Jam	Rp 10,799.66	Rp 91.80
2	Pekerja (L01)	0.0595	Jam	Rp 6,527.71	Rp 388.40
			Jumlah Harga Tenaga		Rp 480.20
B	Bahan				
	Agregat A (M26)	1.2586	M3	Rp 275,397.69	Rp 346,615.53
			Jumlah Harga Bahan		Rp 346,615.53
C	Peralatan				
1	Wheel Loader (E15)	0.0472	Jam	Rp 424,715.13	Rp 20,046.55
2	Dump Truck (E08)	0.2544	Jam	Rp 219,780.75	Rp 55,912.22
3	Motor Grader (E13)	0.0043	Jam	Rp 442,895.11	Rp 1,904.45
4	Tandem Roller (E17)	0.0134	Jam	Rp 213,918.21	Rp 2,866.50
5	Water Tanker (E23)	0.0141	Jam	Rp 192,799.55	Rp 2,718.47
6	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp -
			Jumlah Harga Peralatan		Rp 83,448.20
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp 430,543.93
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 43,054.39
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 473,598.32

Lapis Resap Pengikat					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Mandor (L03)	0.0004	Jam	Rp 10,799.66	Rp 4.32
2	Pekerja (L01)	0.0021	Jam	Rp 6,527.71	Rp 13.71
			Jumlah Harga Tenaga	Rp	18.03
B	Bahan				
1	Aspal (M10)	0.5941	Kg	Rp 9,733.75	Rp 5,782.82
2	Kerosene (M11)	0.4532	Liter	Rp 11,309.79	Rp 5,125.60
			Jumlah Harga Bahan	Rp	10,908.42
C	Peralatan				
1	Asp. Distributor (E41)	0.0002	Jam	Rp 303,831.30	Rp 60.77
2	Compressor (E05)	0.0002	Jam	Rp 160,643.12	Rp 32.13
			Jumlah Harga Peralatan	Rp	92.89
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp 11,019.34
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 1,101.93
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 12,121.28
Lapis Perekat - Aspal Cair					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Mandor (L03)	0.0004	Jam	Rp 10,799.66	Rp 4.32
2	Pekerja (L01)	0.0021	Jam	Rp 6,527.71	Rp 13.71
			Jumlah Harga Tenaga	Rp	18.03
B	Bahan				
1	Aspal (M10)	0.8169	Kg	Rp 9,733.75	Rp 7,951.50
2	Kerosene (M11)	0.2369	Liter	Rp 11,309.79	Rp 2,679.29
			Jumlah Harga Bahan	Rp	10,630.79
C	Peralatan				
1	Asp. Distributor (E41)	0.0002	Jam	Rp 303,831.30	Rp 60.77
2	Compressor (E05)	0.0002	Jam	Rp 160,643.12	Rp 32.13
			Jumlah Harga Peralatan	Rp	92.89
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp 10,741.72
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 1,074.17
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 11,815.89

Laston Lapis Aus (AC-WC)					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Mandor (L03)	0.0201	Jam	Rp 10,799.66	Rp 217.07
2	Pekerja (L01)	0.2008	Jam	Rp 6,527.71	Rp 1,310.76
			Jumlah Harga Tenaga		Rp 1,527.84
B	Bahan				
1	Agr 5-10&10-20 (M92)	0.3305	m3	Rp 291,417.41	Rp 96,313.45
2	Agr 0-5 (M91)	0.321	m3	Rp 291,417.41	Rp 93,544.99
			Jumlah Harga Bahan		Rp 189,858.44
C	Peralatan				
1	Wheel Loader (E15)	0.0096	Jam	Rp 424,715.13	Rp 4,077.27
2	AMP (E01)	0.0201	Jam	Rp 5,452,271.35	Rp 109,590.65
3	Genset (E12)	0.0201	Jam	Rp 380,237.35	Rp 7,642.77
4	Dump Truck (E08)	0.4797	Jam	Rp 219,780.75	Rp 105,428.83
5	Asp. Finisher (E02)	0.0137	Jam	Rp 236,580.65	Rp 3,241.15
6	Tandem Roller (E17)	0.0135	Jam	Rp 213,918.21	Rp 2,887.90
7	P. Tyre Roller (E18)	0.0058	Jam	Rp 225,006.57	Rp 1,305.04
8	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp -
			Jumlah Harga Peralatan		Rp 234,173.61
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp 425,559.89
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 42,555.99
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 468,115.87
Laston Lapis Antara (AC-Binder)					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Mandor (L03)	0.0201	Jam	Rp 10,799.66	Rp 217.07
2	Pekerja (L01)	0.2008	Jam	Rp 6,527.71	Rp 1,310.76
			Jumlah Harga Tenaga		Rp 1,527.84
B	Bahan				
1	Agr 5-10&10-20 (M92)	0.3887	m3	Rp 291,417.41	Rp 113,273.95
2	Agr 0-5 (M91)	0.2729	m3	Rp 291,417.41	Rp 79,527.81
			Jumlah Harga Bahan		Rp 192,801.76
C	Peralatan				
1	Wheel Loader (E15)	0.0096	Jam	Rp 424,715.13	Rp 4,077.27
2	AMP (E01)	0.0201	Jam	Rp 5,452,271.35	Rp 109,590.65
3	Genset (E12)	0.0201	Jam	Rp 380,237.35	Rp 7,642.77
4	Dump Truck (E08)	0.4797	Jam	Rp 219,780.75	Rp 105,428.83
5	Asp. Finisher (E02)	0.011	Jam	Rp 236,580.65	Rp 2,602.39
6	Tandem Roller (E17)	0.0108	Jam	Rp 213,918.21	Rp 2,310.32
7	P. Tyre Roller (E18)	0.0046	Jam	Rp 225,006.57	Rp 1,035.03
8	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp -
			Jumlah Harga Peralatan		Rp 232,687.25
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp 427,016.85
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 42,701.68
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 469,718.53

Laston Lapis Pondasi (AC-Base)						
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan	
A	Tenaga					
1	Mandor (L03)	0.0201	Jam	Rp 10,799.66	Rp	217.07
2	Pekerja (L01)	0.2008	Jam	Rp 6,527.71	Rp	1,310.76
			Jumlah Harga Tenaga		Rp	1,527.84
B	Bahan					
1	Agr 20-30 (M93)	0.1331	m3	Rp 291,417.41	Rp	38,787.66
2	Agr 5-10&10-20&20 (M92)	0.3719	m3	Rp 291,417.41	Rp	108,378.13
3	Agr 0-5 (M91)	0.1759	m3	Rp 291,417.41	Rp	51,260.32
			Jumlah Harga Bahan		Rp	198,426.11
C	Peralatan					
1	Wheel Loader (E15)	0.0096	Jam	Rp 424,715.13	Rp	4,077.27
2	AMP (E01)	0.0201	Jam	Rp 5,452,271.35	Rp	109,590.65
3	Genset (E12)	0.0201	Jam	Rp 380,237.35	Rp	7,642.77
4	Dump Truck (E08)	0.4797	Jam	Rp 219,780.75	Rp	105,428.83
5	Asp. Finisher (E02)	0.0092	Jam	Rp 236,580.65	Rp	2,176.54
6	Tandem Roller (E17)	0.009	Jam	Rp 213,918.21	Rp	1,925.26
7	P. Tyre Roller (E18)	0.0052	Jam	Rp 225,006.57	Rp	1,170.03
8	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp	-
			Jumlah Harga Peralatan		Rp	232,011.36
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp	431,965.31
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp	43,196.53
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp	475,161.84
Marka Jalan Termoplastik						
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan	
A	Tenaga					
1	Pekerja Biasa (L01)	0.6	Jam	Rp 6,527.71	Rp	3,916.62
2	Tukang (L02)	0.225	Jam	Rp 9,056.08	Rp	2,037.62
3	Mandor (L03)	0.075	Jam	Rp 10,799.66	Rp	809.97
			Jumlah Harga Tenaga		Rp	6,764.22
B	Bahan					
1	Cat Marka (M17b)	1.95	m3	Rp 36,905.64	Rp	71,966.01
2	Thinner (M33)	1.05	m3	Rp 27,381.61	Rp	28,750.69
3	Blass Bit (M34)	0.45	m3	Rp 27,381.61	Rp	12,321.72
			Jumlah Harga Bahan		Rp	113,038.42
C	Peralatan					
1	Compressor (E05)	0.075	Jam	Rp 160,643.12	Rp	12,048.23
2	Dump Truck (E08)	0.075	Jam	Rp 219,780.75	Rp	16,483.56
3	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp	-
			Jumlah Harga Peralatan		Rp	28,531.79
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp	148,334.42
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp	14,833.44
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp	163,167.87

Patok Kilometer					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja Biasa (L01)	0.6597	Jam	Rp 6,527.71	Rp 4,306.33
2	Tukang (L02)	0.2639	Jam	Rp 9,056.08	Rp 2,389.90
3	Mandor (L03)	0.1319	Jam	Rp 10,799.66	Rp 1,424.48
			Jumlah Harga Tenaga		Rp 8,120.70
B	Bahan				
1	Beton K-175 (M60)	0.1512	m3	Rp 1,209,407.48	Rp 182,862.41
2	Baja Tulangan (M39)	18.9	Kg	Rp 10,481.20	Rp 198,094.73
3	Cat, dan material lainnya	1	Ls	Rp 50,000.00	Rp 50,000.00
			Jumlah Harga Bahan		Rp 430,957.14
C	Peralatan				
1	Dump Truck (E08)	0.1319	Jam	Rp 219,780.75	Rp 28,989.08
2	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp -
			Jumlah Harga Peralatan		Rp 28,989.08
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp 468,066.93
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 46,806.69
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 514,873.62

Patok Hektometer					
	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja Biasa (L01)	0.6597	Jam	Rp 6,527.71	Rp 4,306.33
2	Tukang (L02)	0.2639	Jam	Rp 9,056.08	Rp 2,389.90
3	Mandor (L03)	0.1319	Jam	Rp 10,799.66	Rp 1,424.48
			Jumlah Harga Tenaga		Rp 8,120.70
B	Bahan				
1	Beton K-175 (M60)	0.063	m3	Rp 1,209,407.48	Rp 76,192.67
2	Baja Tulangan (M39)	7.875	Kg	Rp 10,481.20	Rp 82,539.47
3	Cat, dan material lainnya	1	Ls	Rp 20,000.00	Rp 20,000.00
			Jumlah Harga Bahan		Rp 178,732.14
C	Peralatan				
1	Dump Truck (E08)	0.1319	Jam	Rp 219,780.75	Rp 28,989.08
2	Alat Bantu	1	Ls	Rp -	Rp -
			Jumlah Harga Peralatan		Rp 28,989.08
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				Rp 215,841.93
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 21,584.19
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 237,426.12

5.4.4 Rekapitulasi rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, dan sewa alat, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Rekapitulasi anggaran biaya tercantum dalam Tabel 5.31.

Tabel 5.31 Rekapitulasi Anggaran Biaya

No. a	Uraian b	Satuan c	Volume d	Harga Satuan e	Jumlah Harga f = (d x e)
1	Pekerjaan Tanah				
1.1	Pembersihan Lahan	m ²	387,653.37	Rp 12,079.96	Rp 4,682,839,065.40
1.2	Galian Biasa	m ³	896,952.06	Rp 52,100.75	Rp 46,731,874,665.19
1.3	Timbunan Biasa	m ³	523,554.39	Rp 69,584.70	Rp 36,431,374,296.03
2	Perkerasan Berbutir				
2.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m ³	30,165	Rp 473,598.32	Rp 14,286,157,241.59
3	Perkerasan Aspal				
3.1	Lapis Resap Pengikat	Liter	120660.54	Rp 12,121.28	Rp 1,462,560,125.78
3.2	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	40220.18	Rp 11,815.89	Rp 475,237,167.48
3.3	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ton	4022.018	Rp 468,115.87	Rp 1,882,770,471.51
3.4	Laston Lapis Antara (AC-Binder)	Ton	6033.027	Rp 469,718.53	Rp 2,833,824,581.09
3.5	Laston Lapis Pondasi (AC-Base)	Ton	8044.036	Rp 475,161.84	Rp 3,822,218,942.01
4	Pekerjaan Minor				
4.1	Marka Jalan Termoplastik	m ²	4798.51485	Rp 163,167.87	Rp 782,963,431.40
4.2	Patok Kilometer	bh	14	Rp 514,873.62	Rp 7,208,230.73
4.3	Patok Hektometer	bh	143	Rp 237,426.12	Rp 33,951,935.48
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk biaya umum dan keuntungan)					Rp 113,432,980,153.70
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)					Rp 11,343,298,015.37
(C) Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)					Rp 124,776,278,169.07
(D) Jumlah Total Harga (Pembulatan)					Rp 124,776,278,000.00
<p style="text-align: center;"><u>Terbilang:</u></p> <p style="text-align: center;">Seratus Dua Puluh Empat Milyar Tujuh Ratus Tujuh Puluh Enam Juta Dua Ratus Tujuh Puluh Delapan Ribu Rupiah</p>					

LAMPIRAN

Elv. Muka Tanah Asli	Elv. Rencana
+336.15	+329.97
+330.03	+330.03
+330.10	+335.36
+330.03	+336.182
+334.94	

Elv. Muka Tanal Asli	Elv. Rencana
312	312
316	316
320	320
324	324
328	328
332	332
336	336

AC-WG, $t = 1.5$ cm
 AC-Binder, $t = 1.5$ cm
 AC-Finish, $t = 1.5$ cm
 ACQ Kelas A, $t = 30$ cm

4%
 2%
 7%
 1.5%

Guardrail

312

316

320

324

328

332

336

312

316

320

324

328

332

336

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN, PROYEK JLS JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING

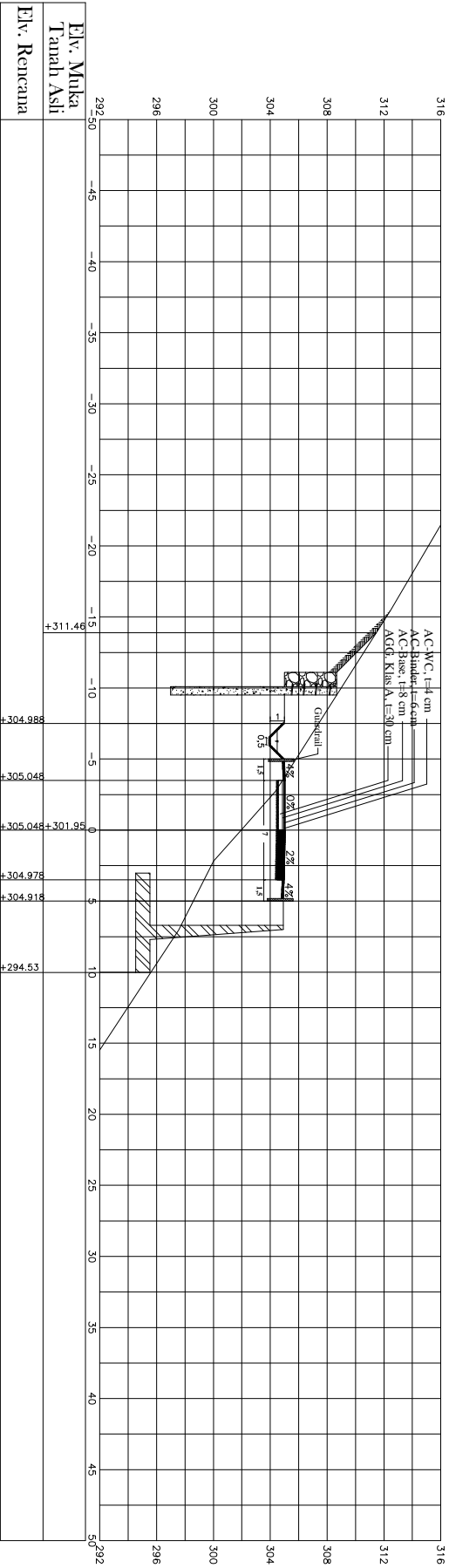
WAJUH HERUANTO

DOSEN PEMBIMBING

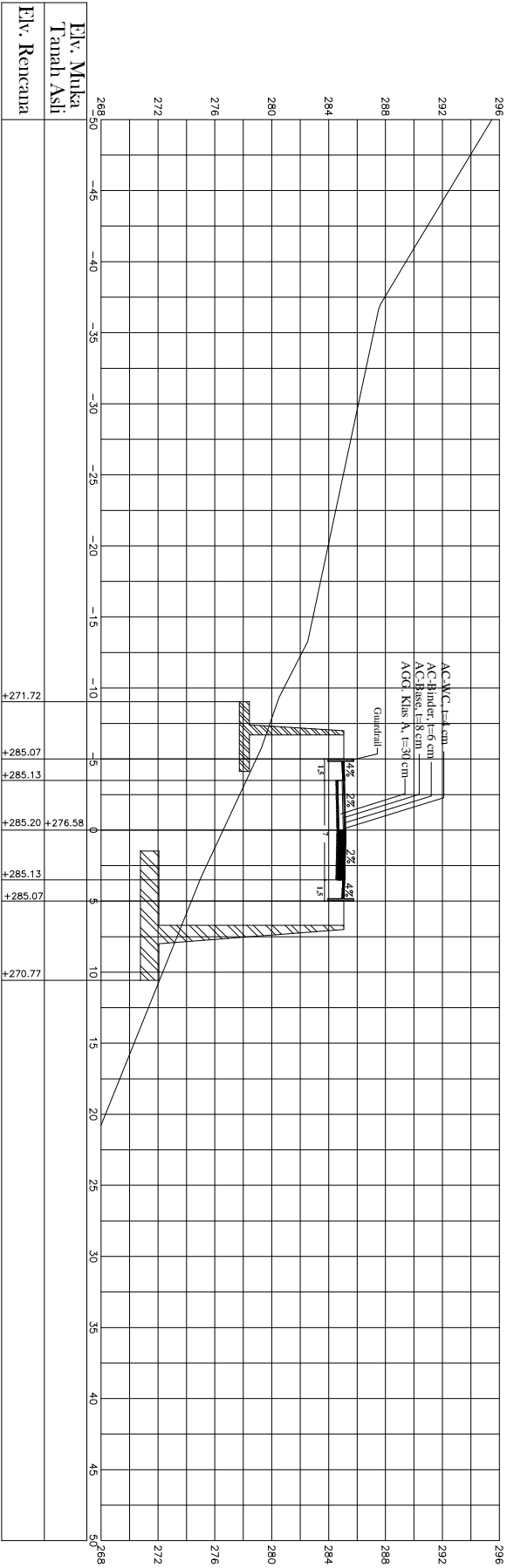
ISTIAH, ST., MT.

SKALA
1:400
NO. LEMBAR
01

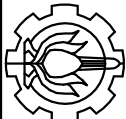
TTD



STA 15+900



*Satuan dalam meter



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

NAMA / NRP MAHASISWA
ANDITHASARI
PANCANINGRUM
3114 105 071

DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHUU HERLANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2
ISTIAK, ST., MT.

JUDUL GAMBAR
CROSS SECTION

SKALA
1:400
NO. LEMBAR
02

TTD

The diagram illustrates a cross-section of a road structure. The layers are labeled as follows:

- A.C. W.C. (1.29)
- A.C. Binder (1.29)
- A.C. Base (1.8)
- A.C. Subgrade (Klas A, 1.30)

The diagram also shows the elevation of the road surface and the subgrade. The elevation of the road surface is 256, and the elevation of the subgrade is 228. The stationing is marked from 228 to 256.

[illegible]

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN *FLEXIBLE PAVEMENT* PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

NAMA / NRP MAHASISWA

DOSEN PEMBIMBING 1

JUDUL GAMBAR

SKALA

TTD

Ir. WAHJU HERJANTO, MT
DOSEN PEMBIMBING 2

CROSS SECTION

1:400
NO. LEMBAR

Elv. Muka Tanah Asli	Elv. Rencana
228	
224	
220	
216	
212	
208	
204	
50	
45	
40	
35	
30	
25	
20	
15	
10	
5	
0	
-5	
-10	
-15	
-20	
-25	
-30	
-35	
-40	
-45	
-50	
228	
224	
220	
216	
212	
208	
204	
50	
45	
40	
35	
30	
25	
20	
15	
10	
5	
0	
-5	
-10	
-15	
-20	
-25	
-30	
-35	
-40	
-45	
-50	

Elv. Muka Tanjung Asli	Elv. Rempena
228	228
224	224
220	220
216	216
212	212
208	208

The diagram illustrates a cross-section of a road profile. The vertical axis represents elevation in meters, ranging from 208 to 228. The horizontal axis represents distance, with markers at 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, and 50. The road structure includes several layers: AC-W.C. (14 cm), AC-Binder (16 cm), AC-Base (14 cm), and A.G.C. (Klas A, 30 cm). A central gutter is labeled 'Gutter' with a width of 0.5 m. The road surface is shown with a 4.2% slope. A vertical curve is indicated with a 1.5 m radius. The profile shows a transition from a higher elevation on the left (around 228m) to a lower elevation on the right (around 210m).

Elv. Muka Tanjung Asli	Elv. Rempena
228	228
224	224
220	220
216	216
212	212
208	208

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

NAMA / NRP MAHASISWA

DOSEN PEMBIMBING 1

JUDUL GAMBAR

SKALA

TTD

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RILAS JALAN DESA SORO-DESA MINILINGAN

ANDITHASARI
PANCANINGRUM

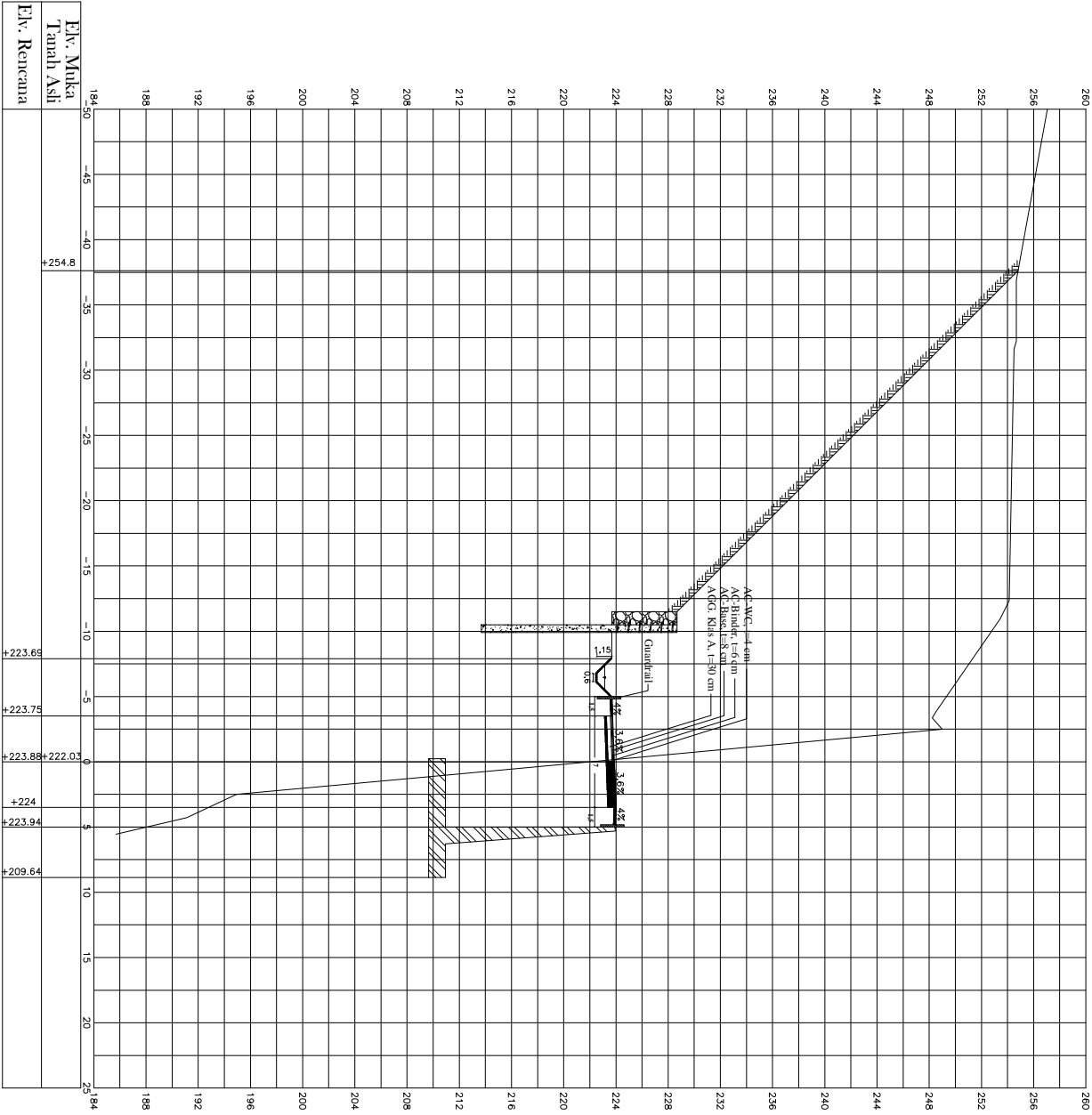
Ir. WAJU HERJANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2

CROSS SECTION

1:400

NO. LEMBAR

04



*Satuan dalam meter



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

NAMA / NRP MAHASISWA
ANDITHASARI
PANCANINGRUM
3174 105 071

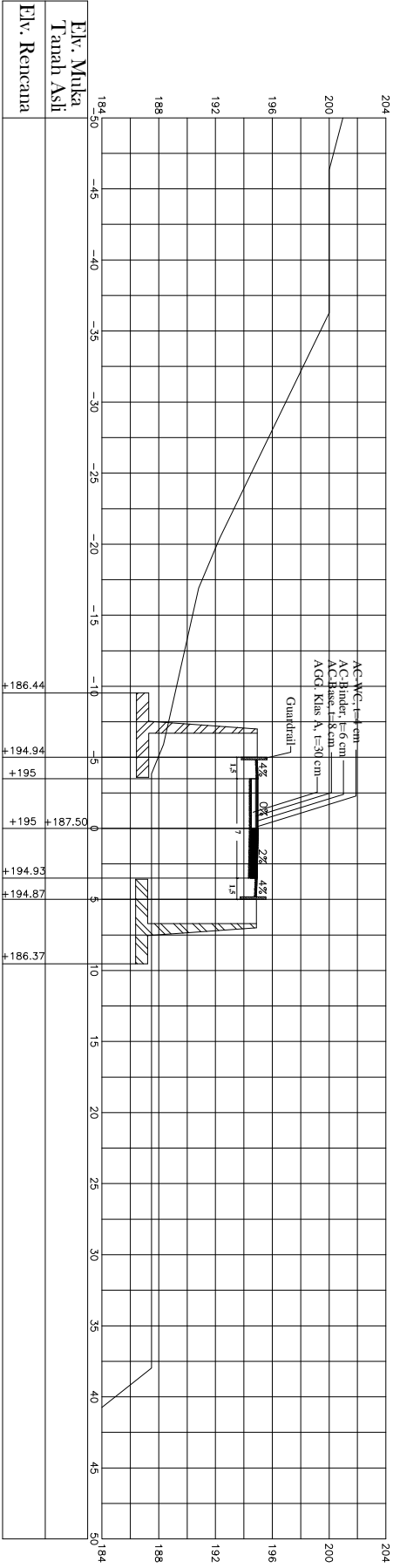
DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHUU HERLIANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2
ISTIAK, ST., MT.

JUDUL GAMBAR
CROSS SECTION

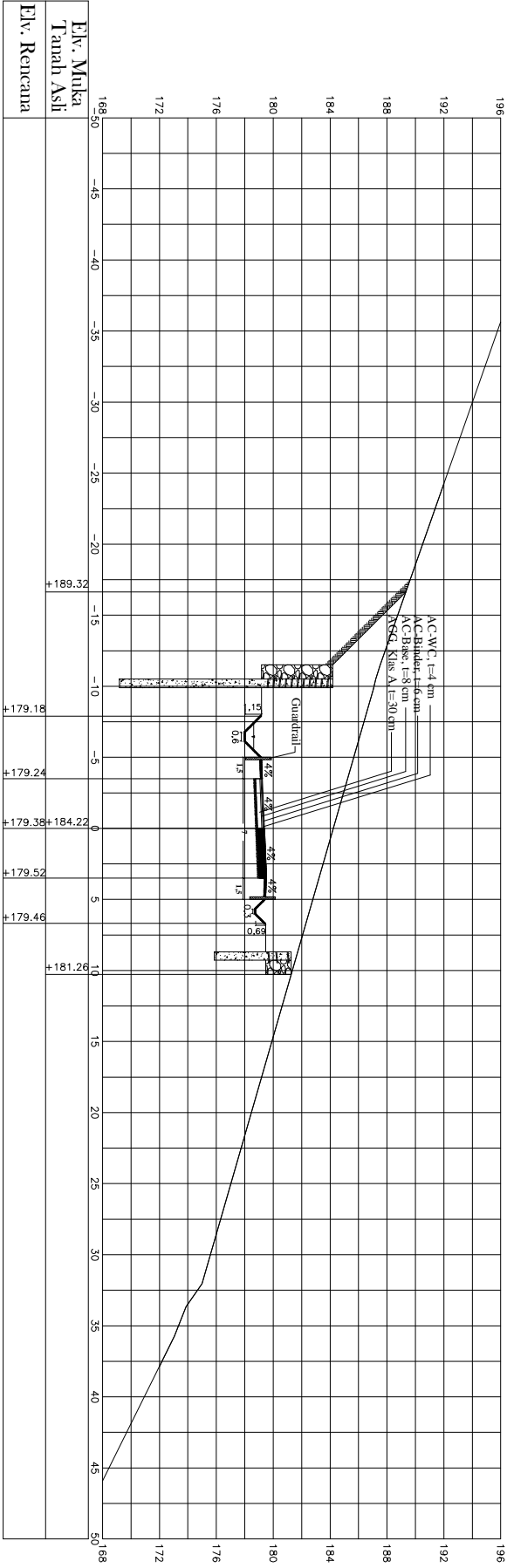
SKALA
1:500
NO. LEMBAR
05

TTD

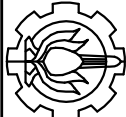
STA 18+900



STA 19+400



*Satuan dalam meter



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

NAMA / NRP MAHASISWA
ANDITHASARI
PANCANINGRUM
3114 105 071

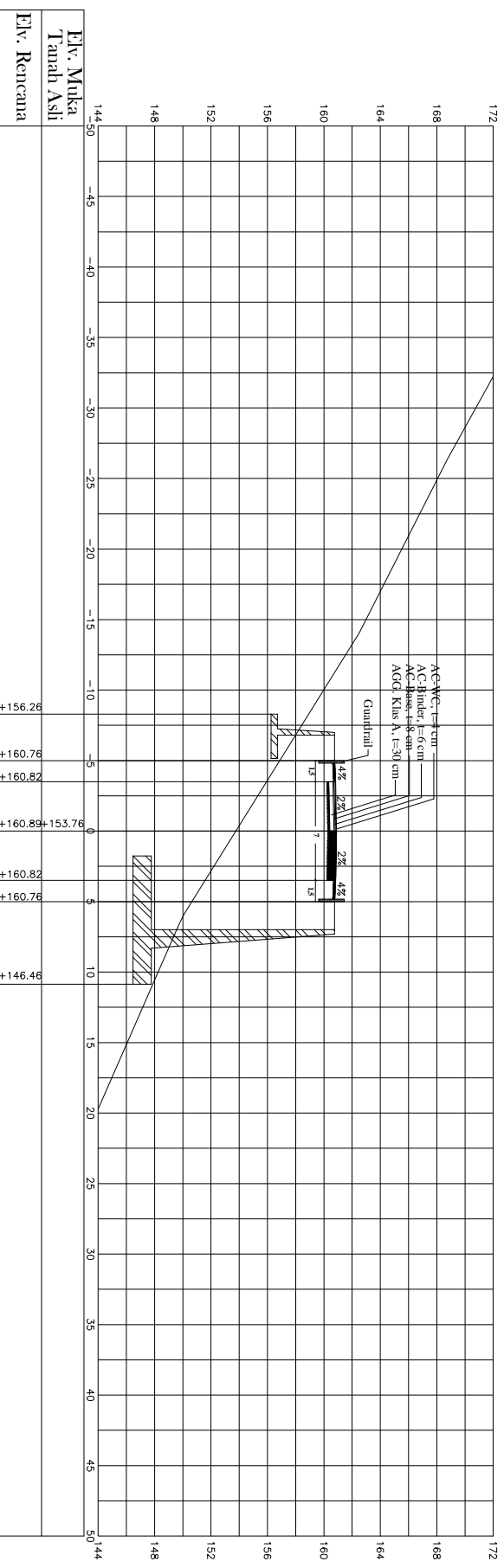
DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHUU HERLANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2
ISTIKAR, ST., MT.

JUDUL GAMBAR
CROSS SECTION

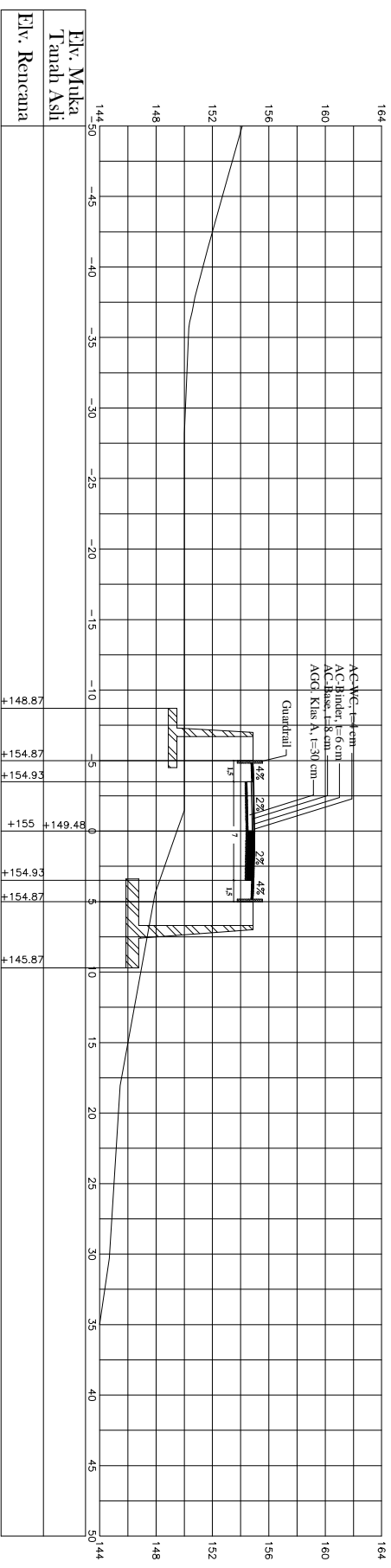
SKALA
1:400
NO. LEMBAR
06

TTD

STA 19+900

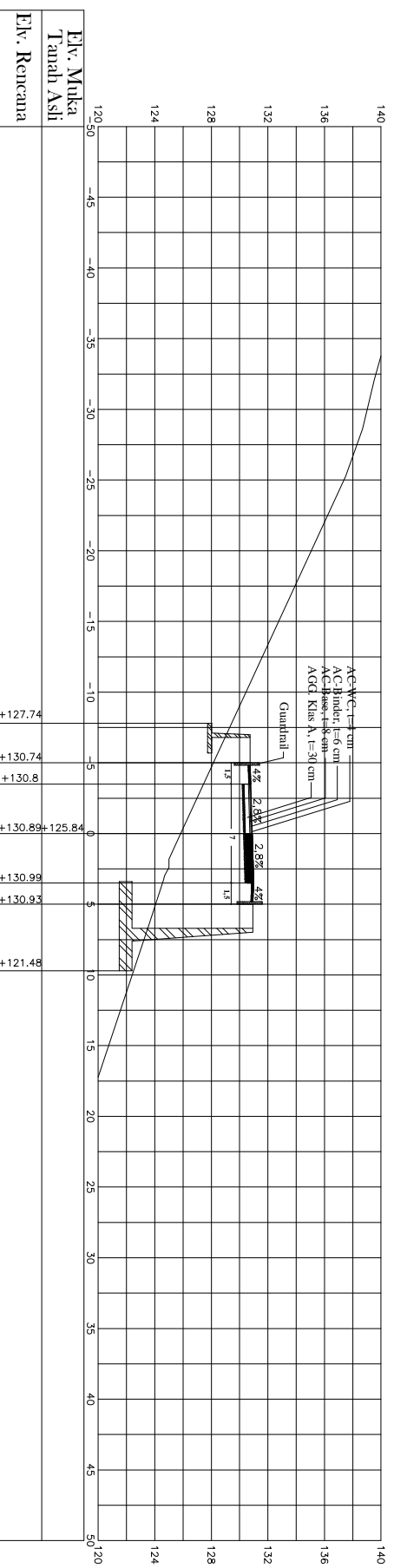


STA 20+4.00

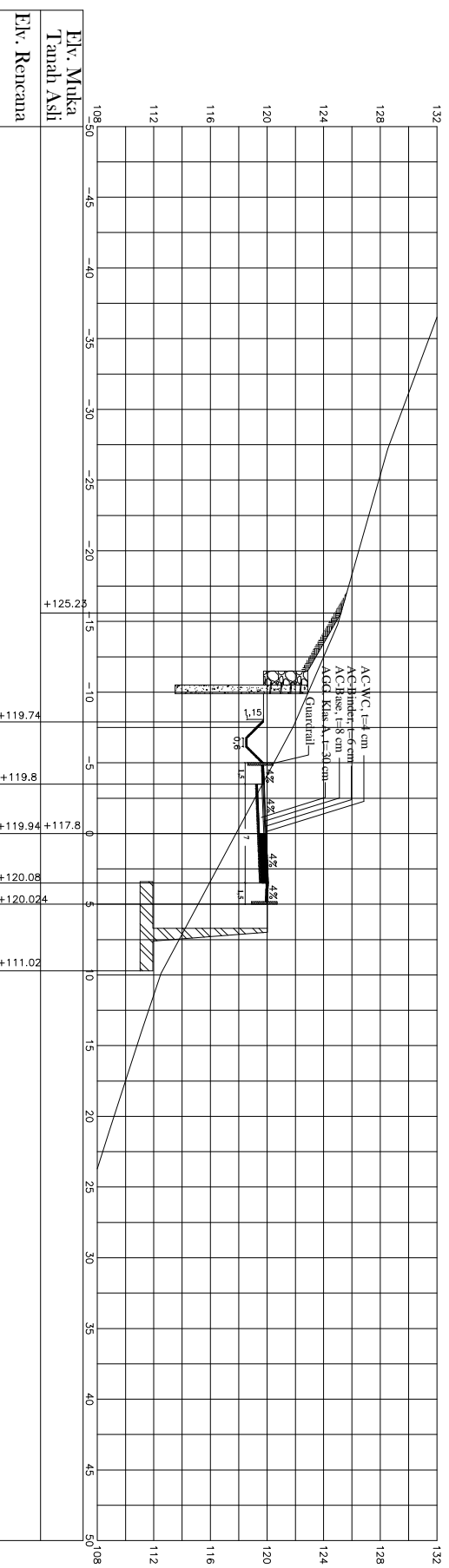


*Satuan dalam meter


STA 20+900



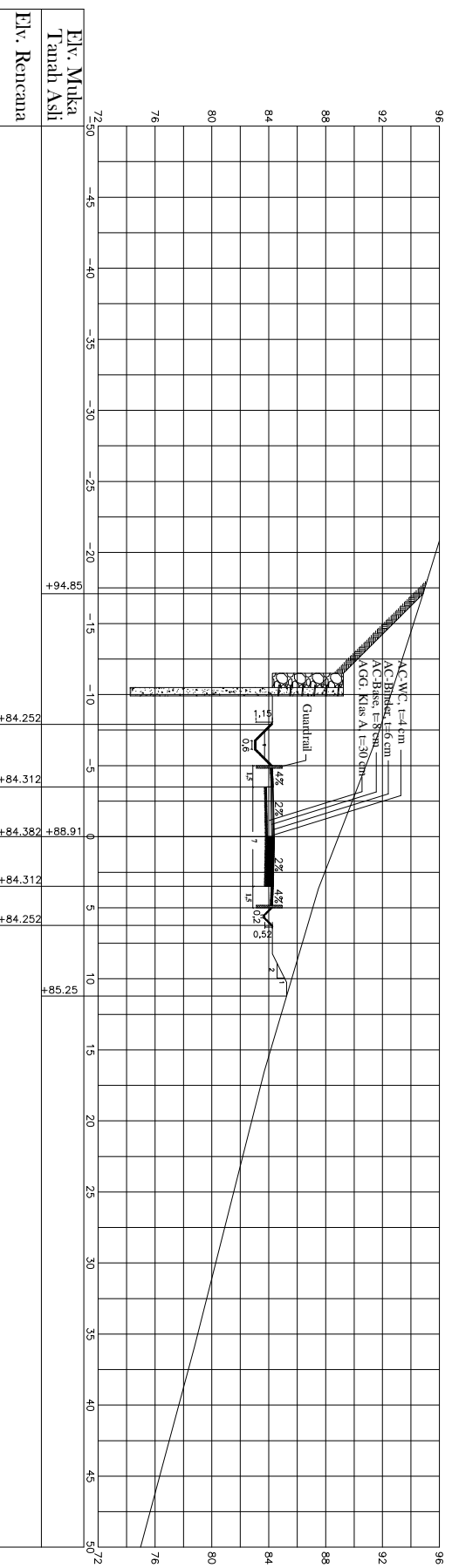
STA 21+400



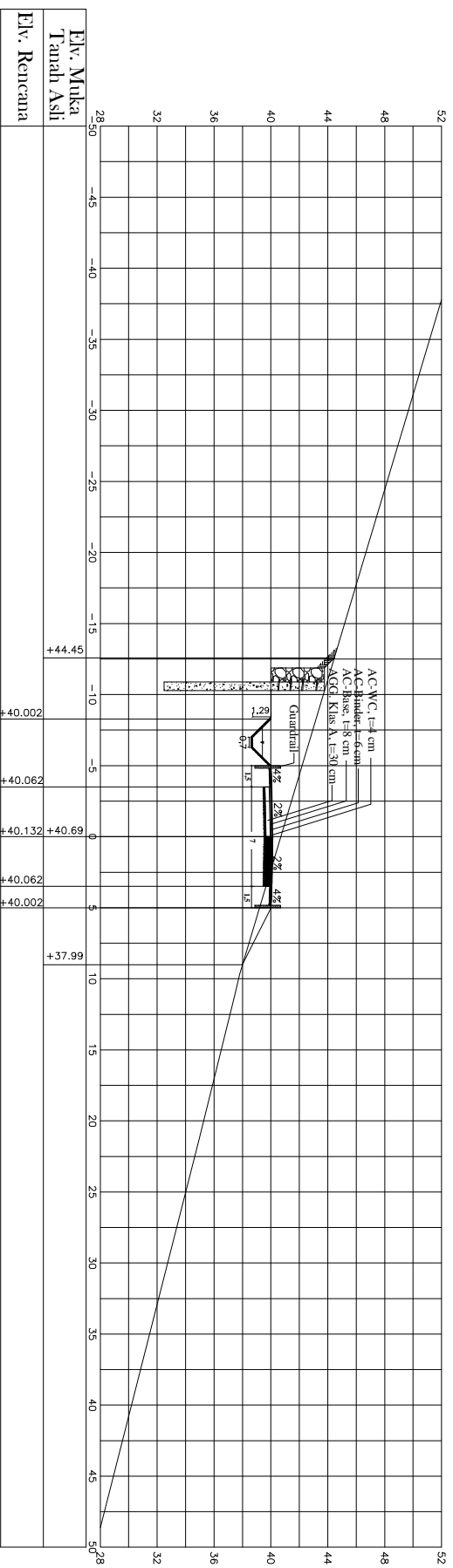
*Satuan dalam meter

 <p>TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>						
	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA / NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING 1	JUDUL GAMBAR	SKALA	TTD
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNUNGAN, PROYEK JLS JAWA TIMUR	ANDITHASARI PANCANINGRUM 3114 105 071	Ir. WAHUU HERLIANTO, MT.	CROSS SECTION	1:400	
			DOSEN PEMBIMBING 2 ISTIAH, ST., MT.		NO. LEMBAR 08	

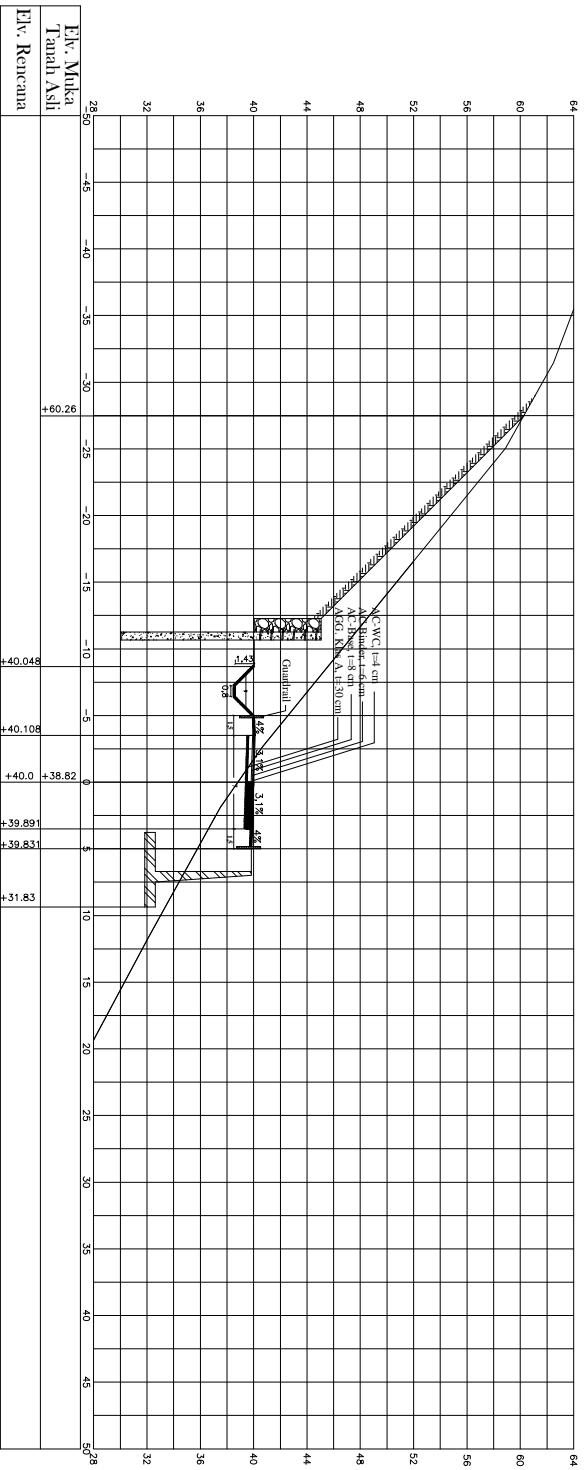
STA 21+900



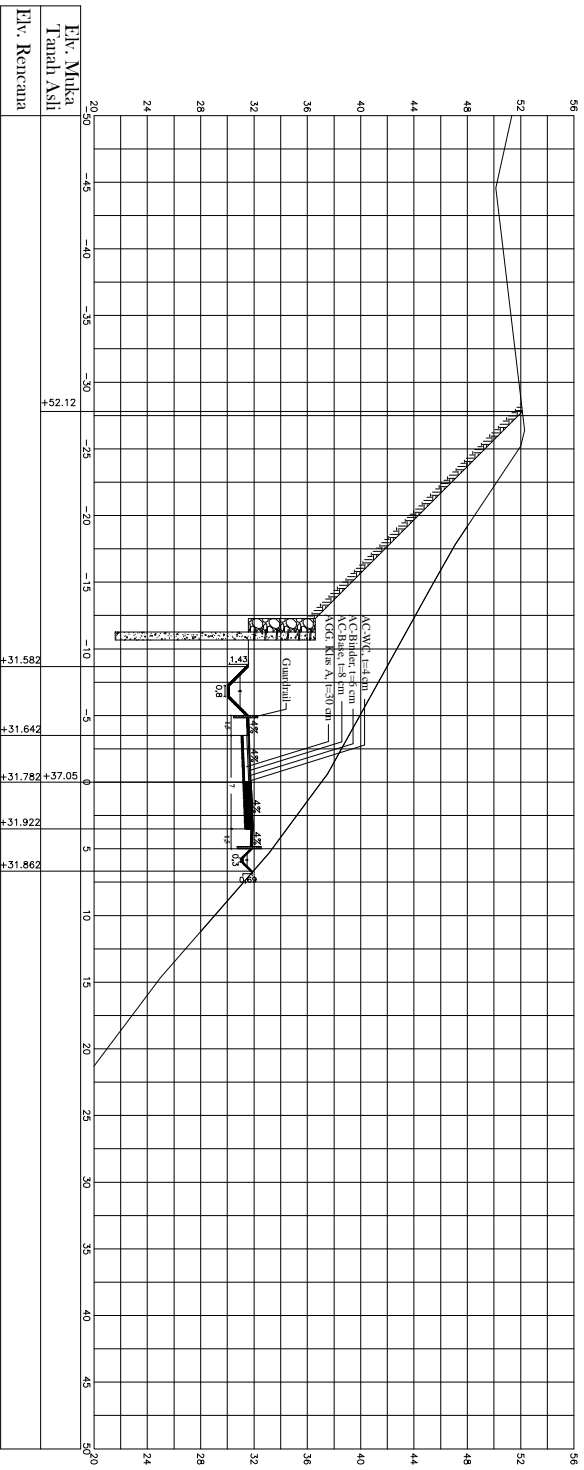
STA 22+400



*Satuan dalam meter



STA 23+400



*Satuan dalam meter



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAYMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

ANDITHASARI
PANCANINGRUM
3114 105 071

DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHUU HERLIANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2
ISTAR, ST., MT.

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

SKALA

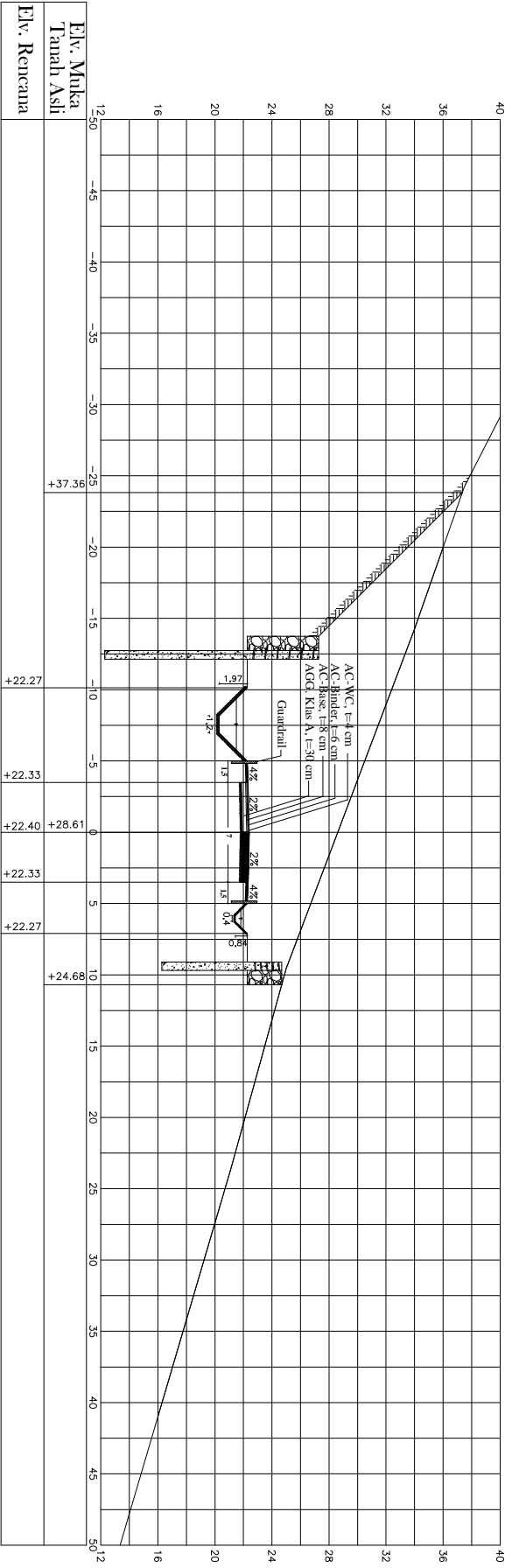
1:500

NO. LEMBAR

10

TTD

Elv. Muka Tanah Asli	Elv. Rencana
+31.78	+23.164
	+23.224
+18.32	+23.294
	+23.224
	+10.16



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

**ANDITHASARI
PANCANINGRUM
3114 105 071**

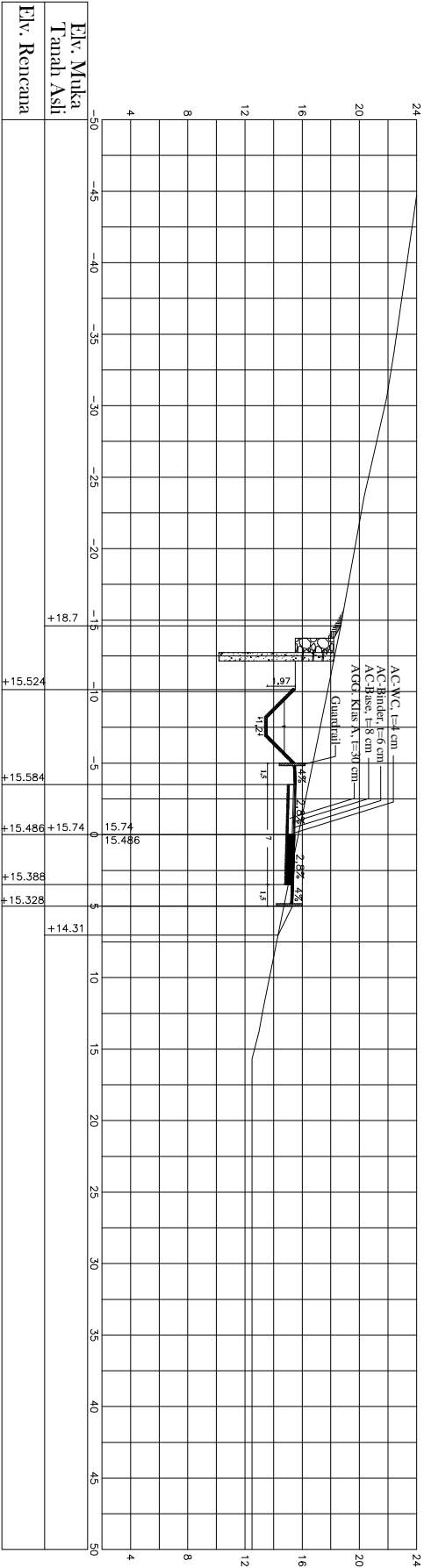
DOSEN PEMBIMBING 2

CROSS SECTION

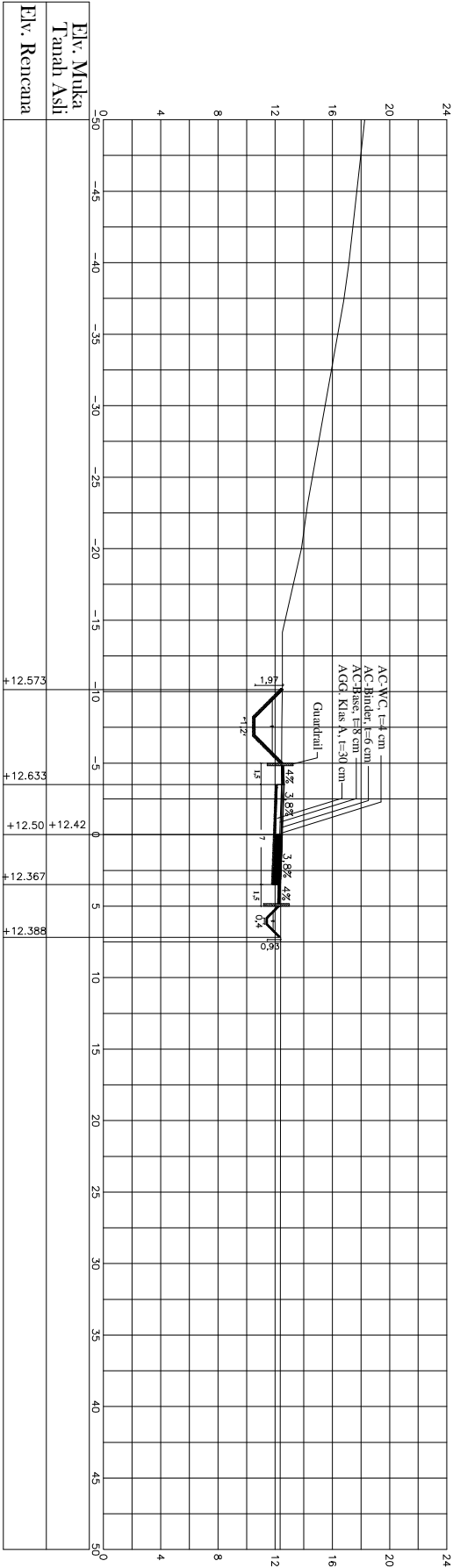
NO. LEMBAR

TTD

STA 24+900



STA 25+400



*Satuan dalam meter



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAYMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

NAMA / NRP MAHASISWA
ANDITHASARI PANCANINGRUM
3114 105 071

DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHUU HERLANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2
ISTAR, ST., MT.

JUDUL GAMBAR
CROSS SECTION

SKALA
1:400
NO. LEMBAR
12

TTD

Elev. Muka Tanah Asli		-50 -45 -40 -35 -30 -25 -20 -15 -10 -5 0 +8.44 +7.92	+11.703 +11.763 +11.763 +11.703	
Elev. Rencana				

Elv. Muka Tanah Asli	Elv. Rencana
+5.225	+5.285
+5.355	+4.98
+5.285	
+5.225	

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING 1

Jr. WAJUU HERJANTO, MT.

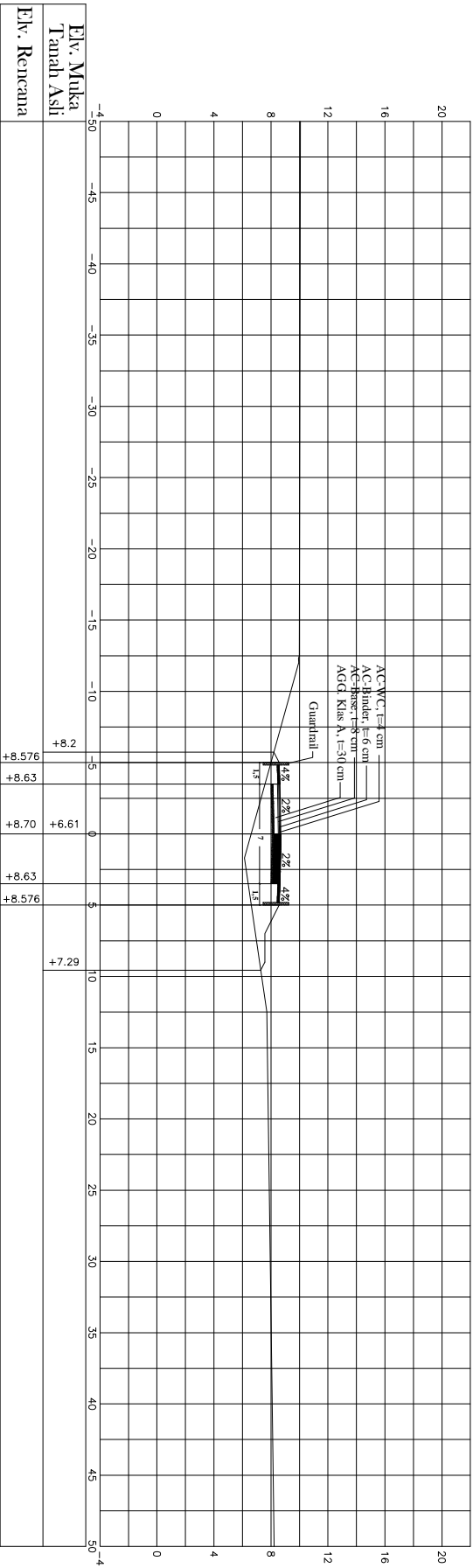
DOSEN PEMBIMBING 2

ISTAR, ST., MT.

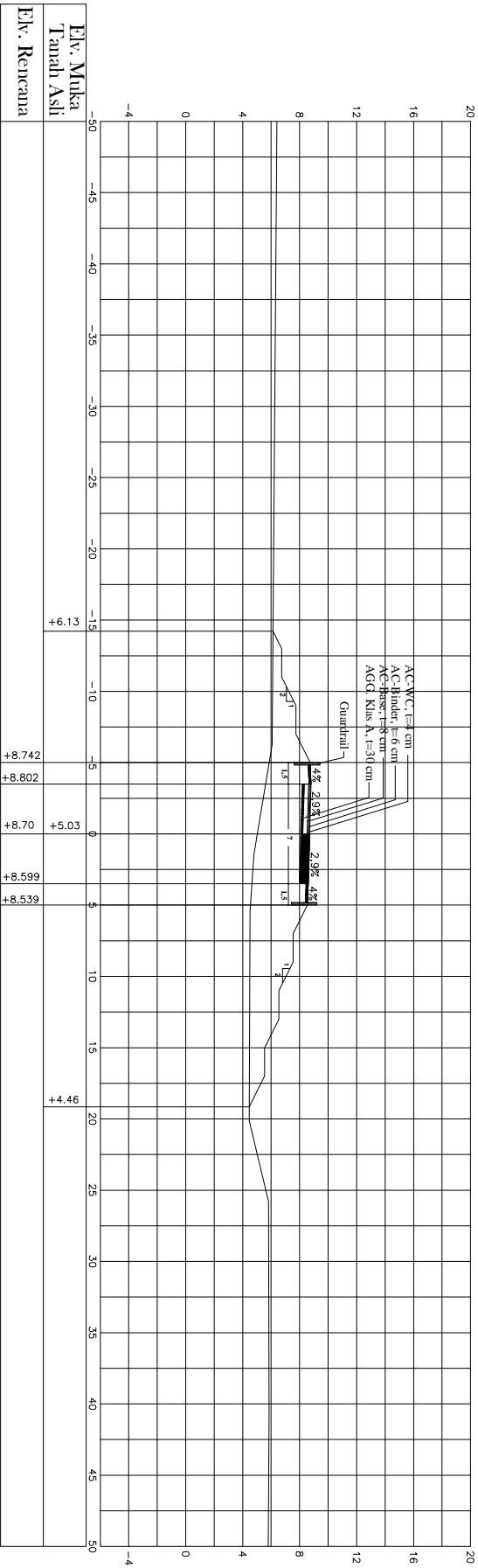
SKALA	1:400
NO. LEMBAR	13

TTD

STA 26+900



STA 27+400



*Satuan dalam meter



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

NAMA / NRP MAHASISWA
ANDITHASARI PANCANINGRUM
3114 105 071

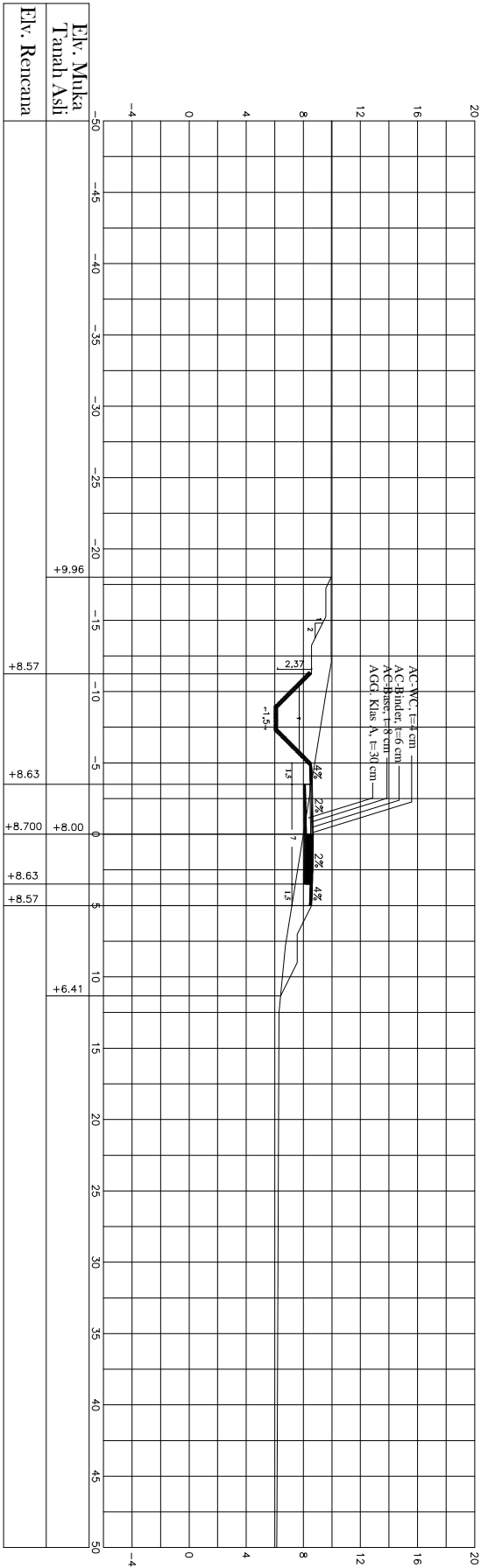
DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHUU HERLANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2
ISTIAK, ST., MT.

JUDUL GAMBAR
CROSS SECTION

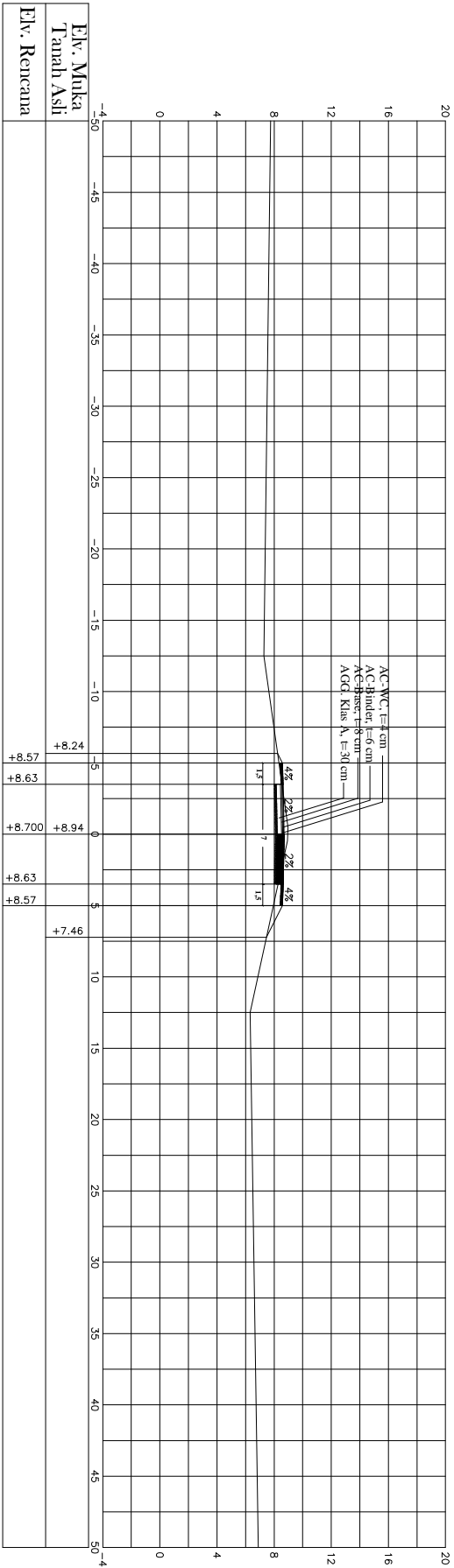
SKALA
1:400
NO. LEMBAR
14

TTD

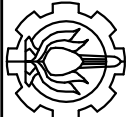
STA 27+900



STA 28+400



*Satuan dalam meter



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DESA SOBO-DESA MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

NAMA / NRP MAHASISWA
ANDITHASARI
PANCANINGRUM
3114 105 071

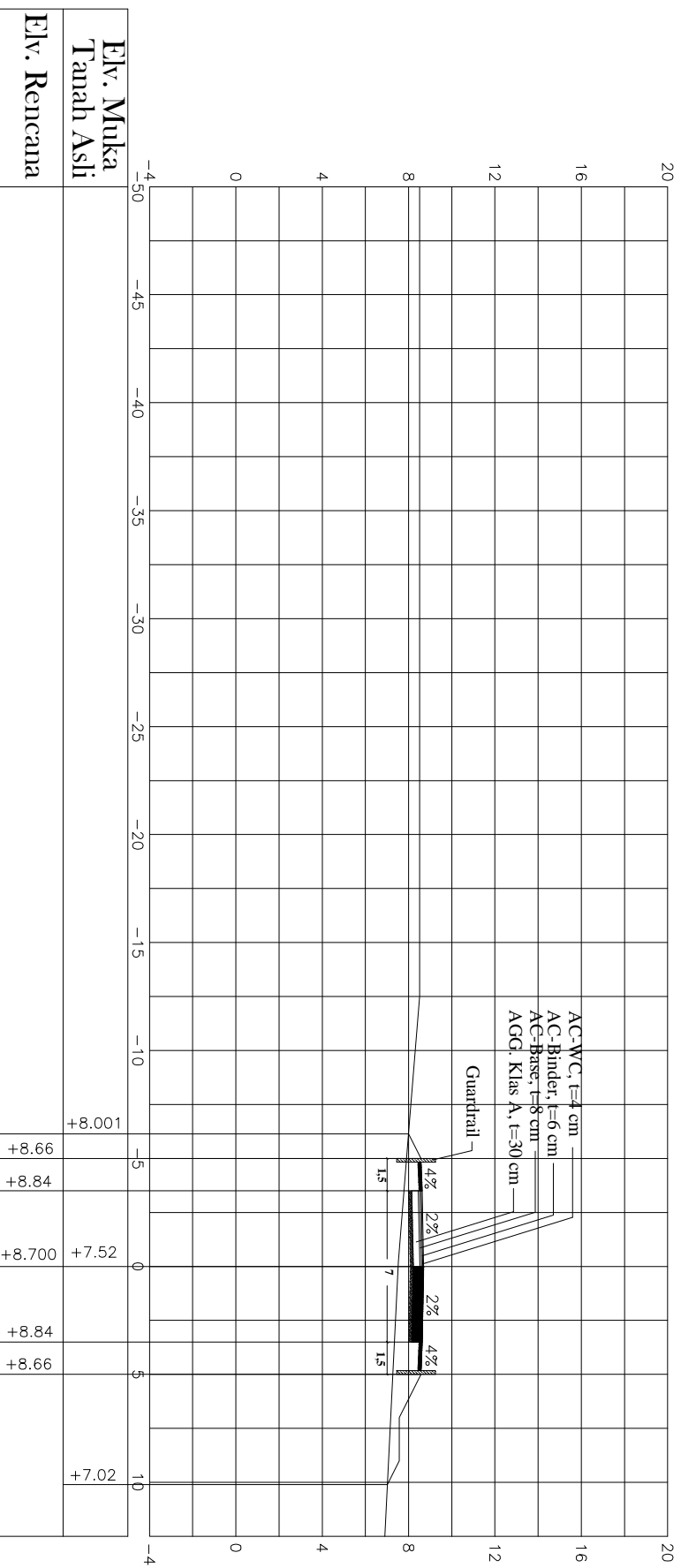
DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHUU HERLIANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2
ISTIAK, ST., MT.

JUDUL GAMBAR
CROSS SECTION

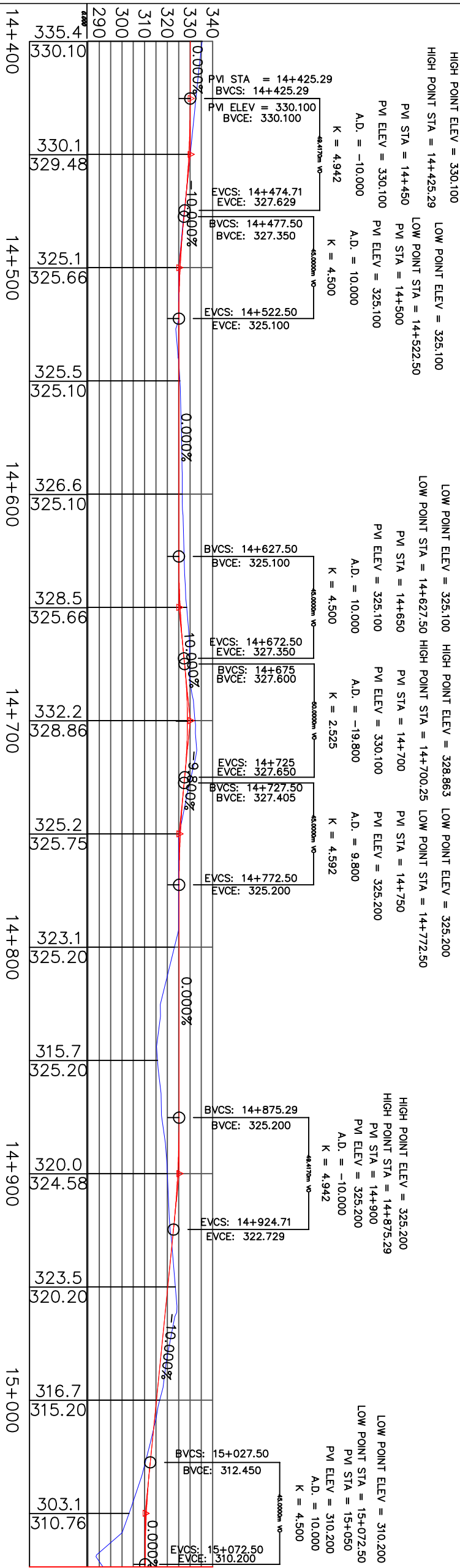
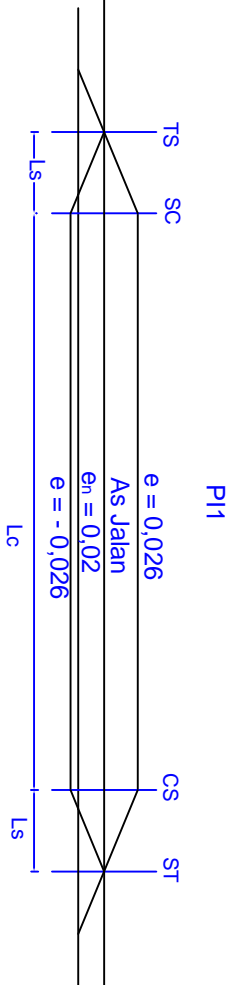
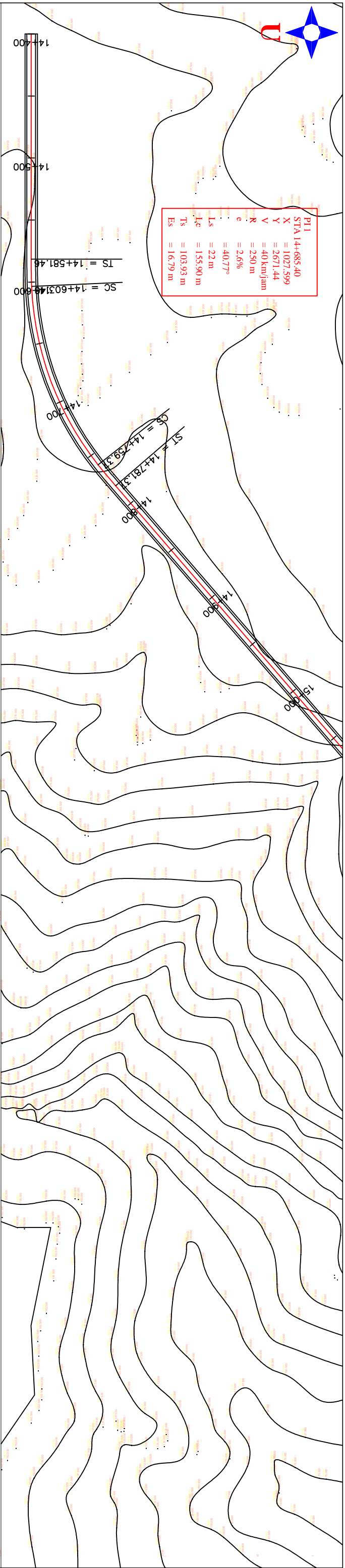
SKALA
1:400
NO. LEMBAR
15

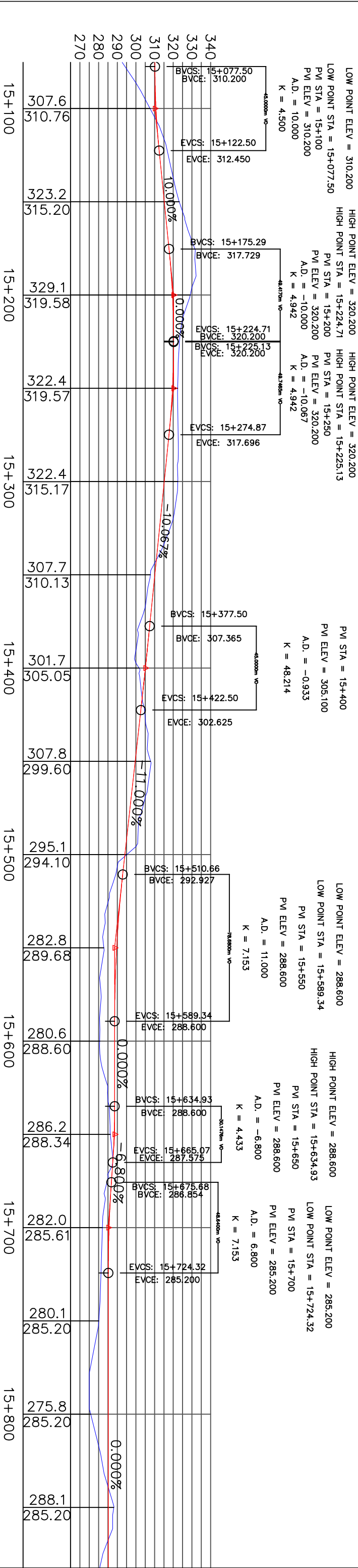
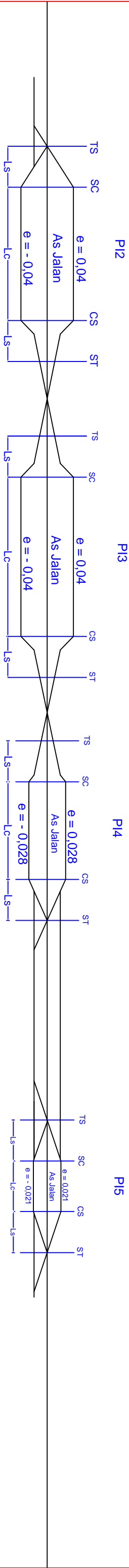
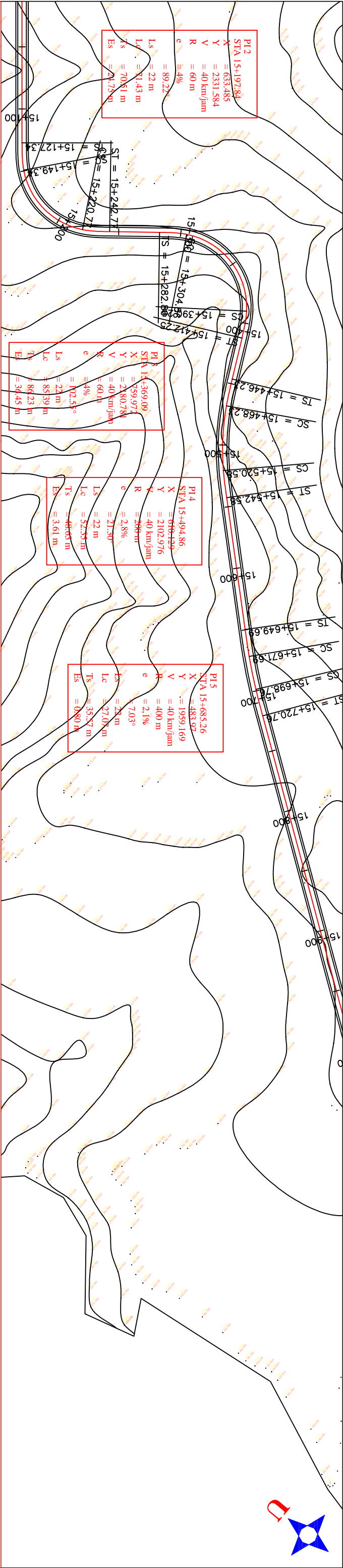
TTD

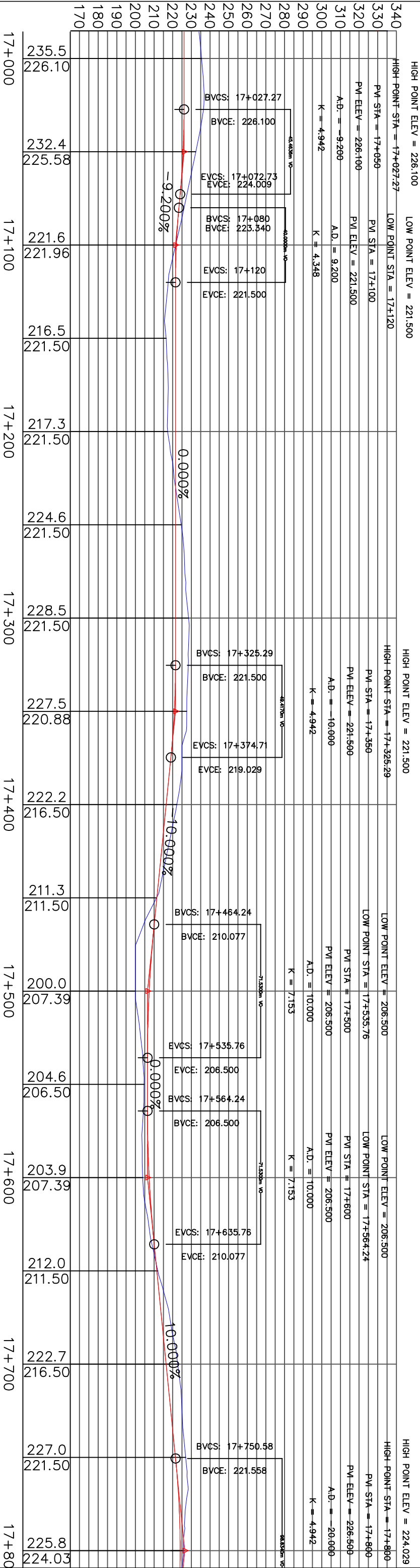
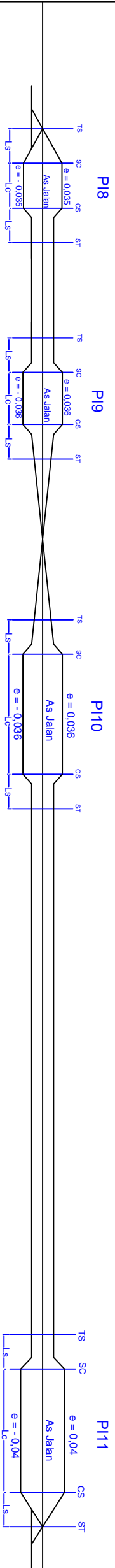
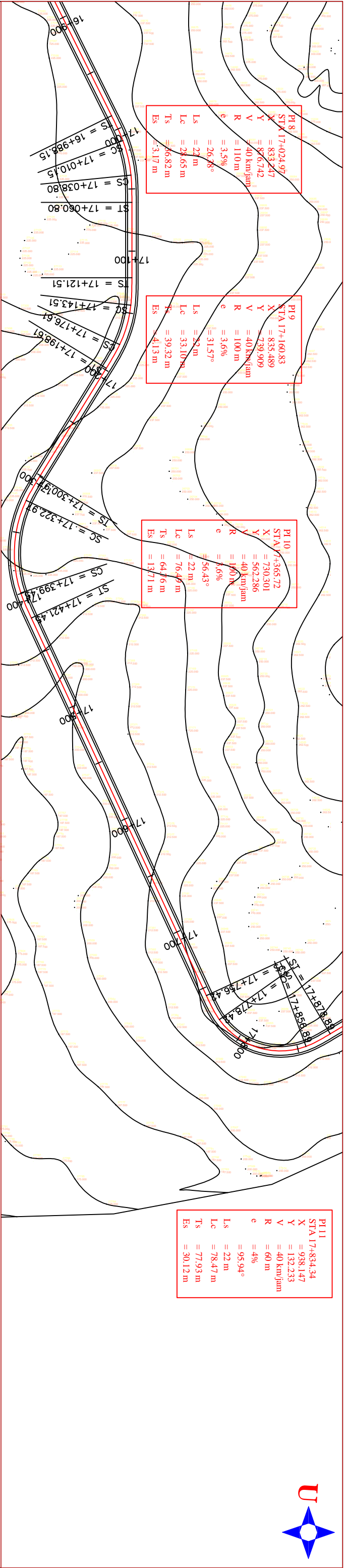
STA 28+700

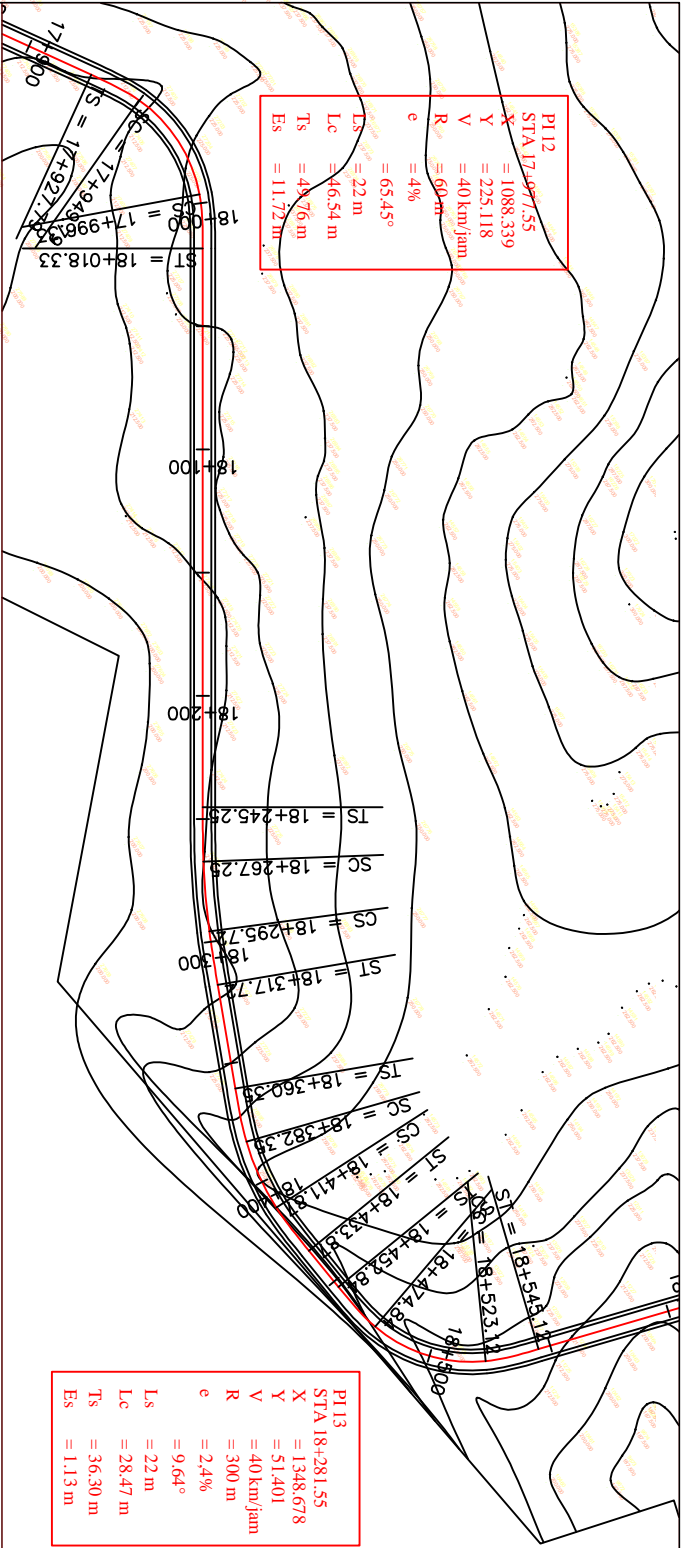


*Satuan dalam meter.





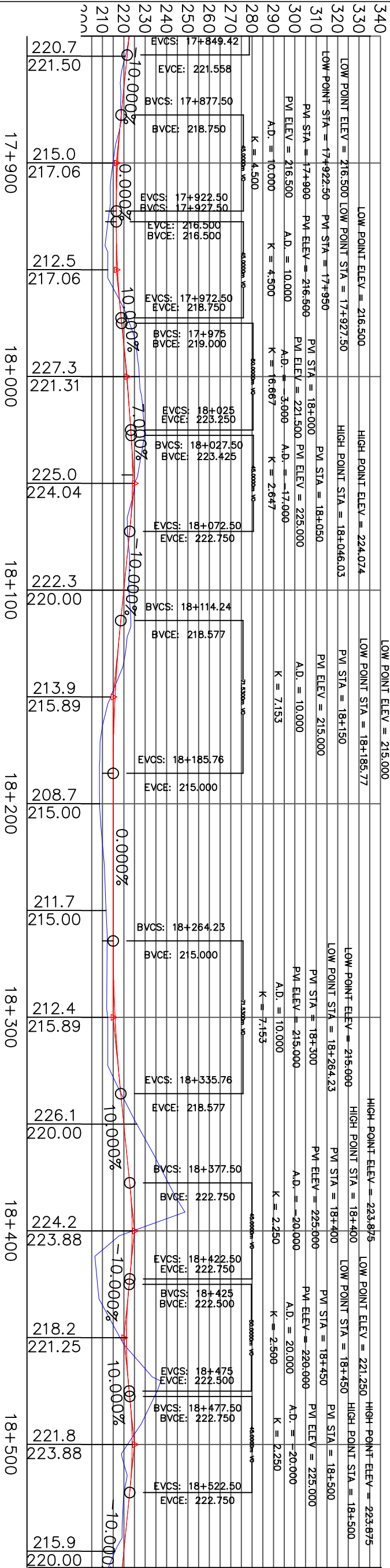
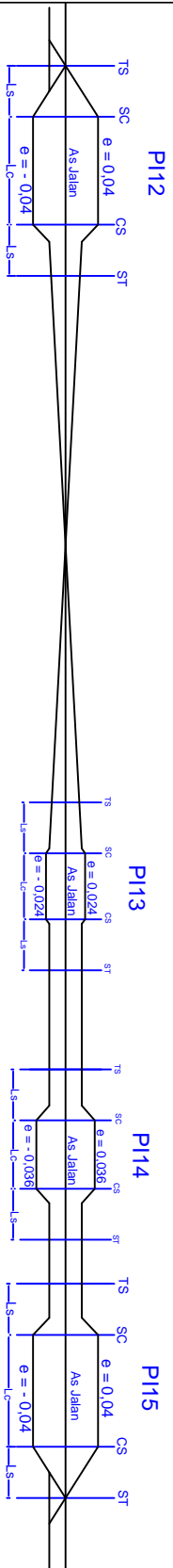


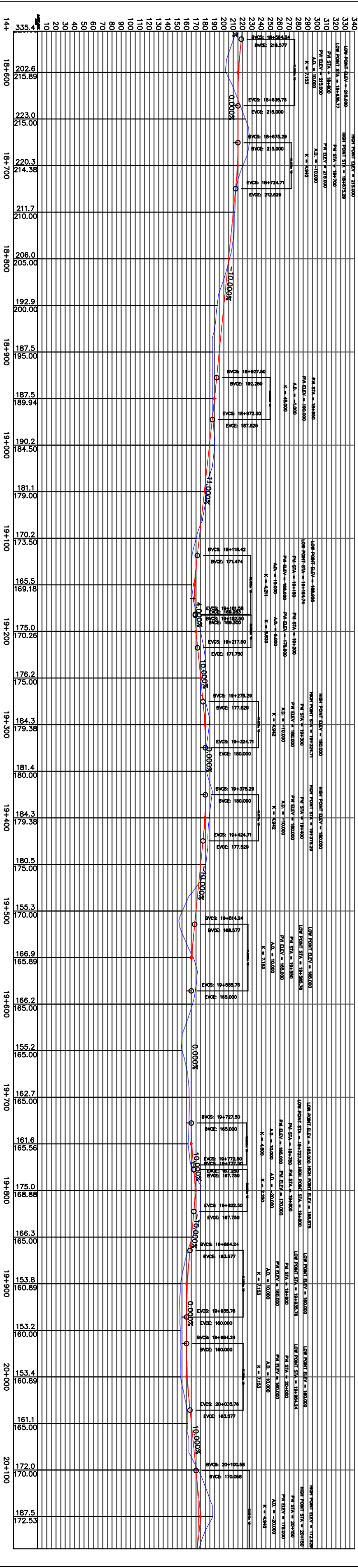
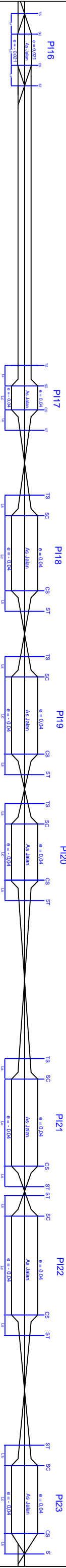
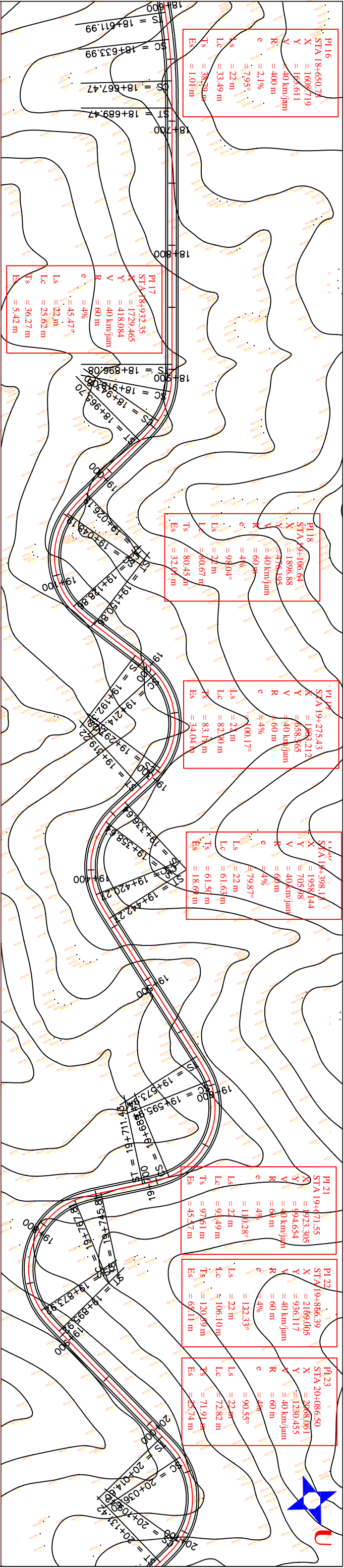


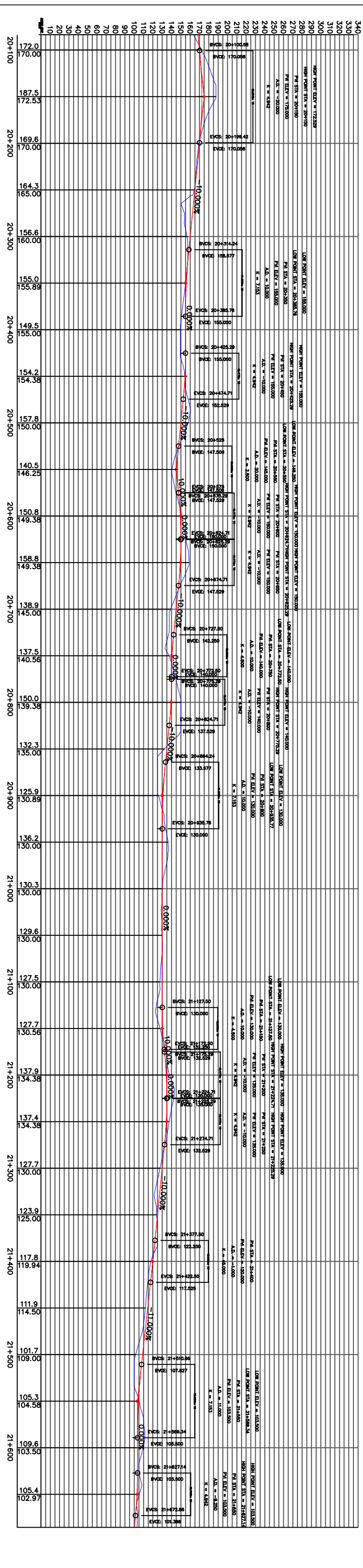
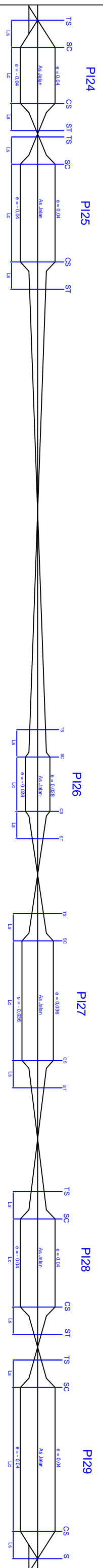
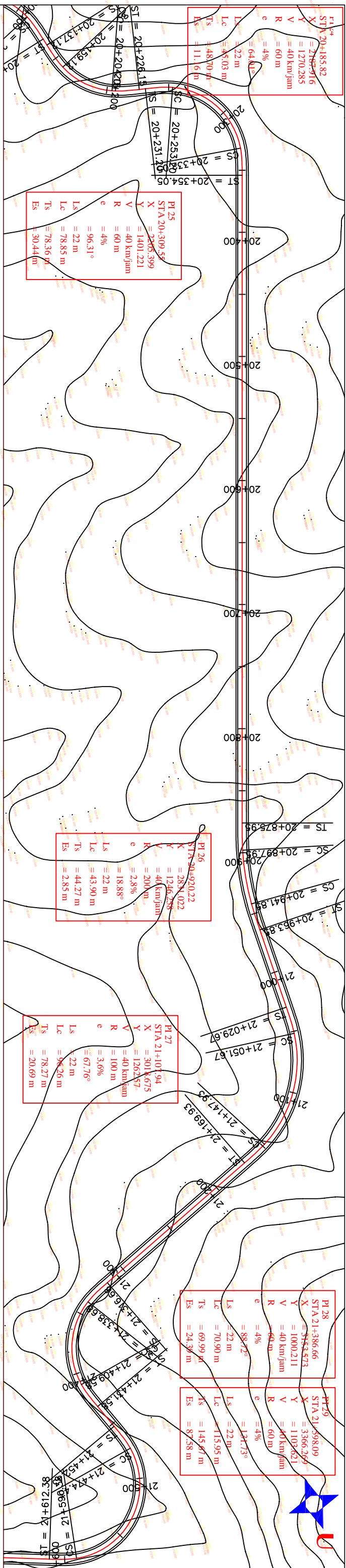
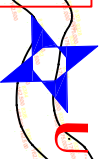
P113						
STA	18+281.55					
X	= 1348.678					
Y	= 51.401					
V	= 40 km/jam					
R	= 300 m					
e	= 2.4%					
Ls	= 28.47 m					
Lc	= 36.30 m					
Ts	= 36.30 m					
Es	= 1.13 m					

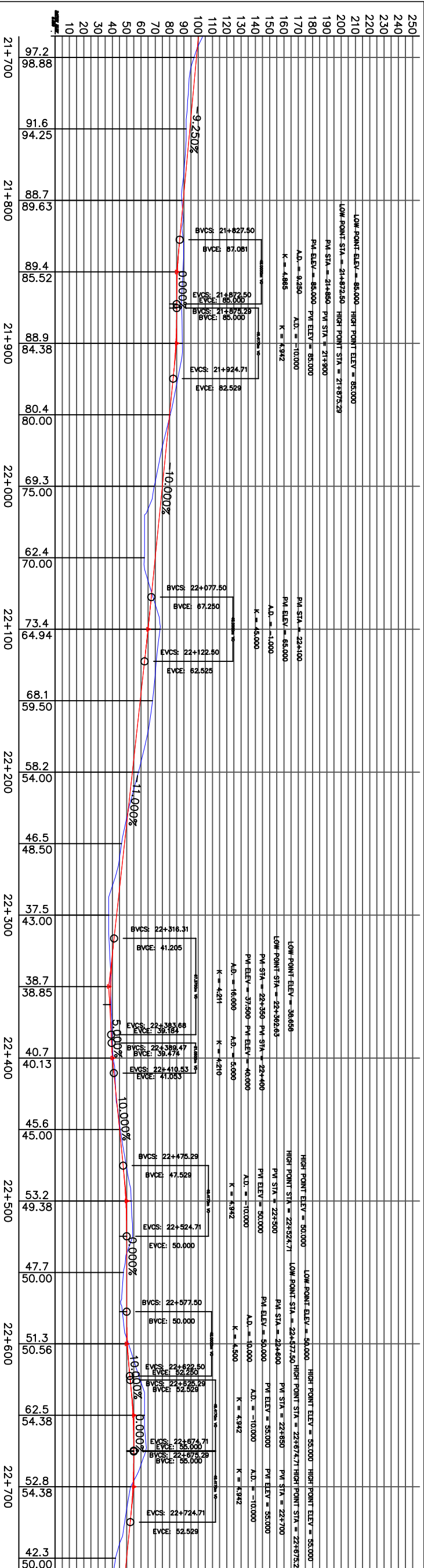
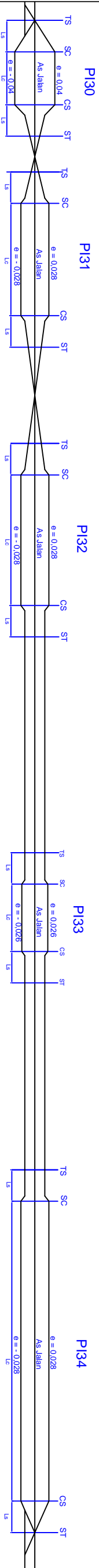
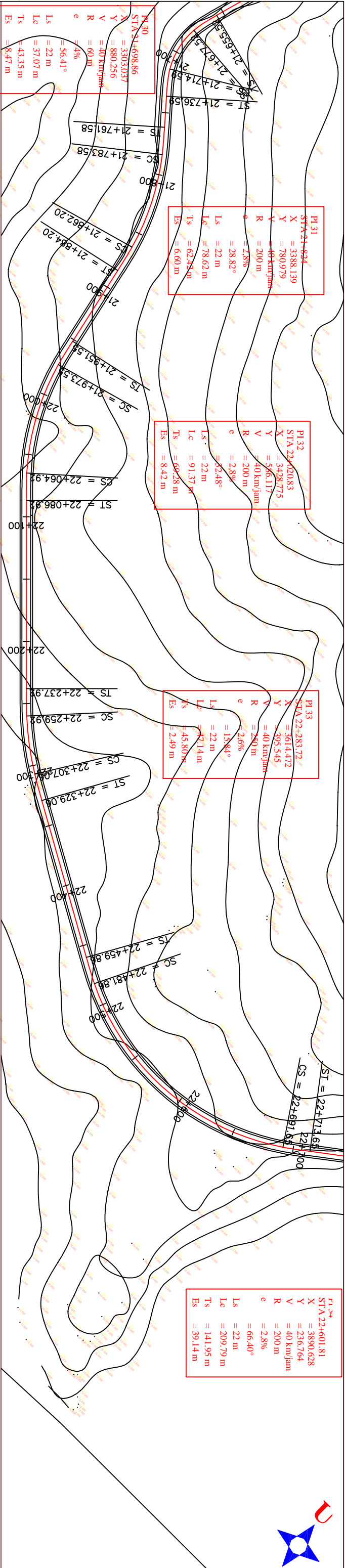
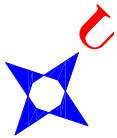
P114						
STA	18+397.74					
X	= 1454.882					
Y	= 3.95					
V	= 40 km/jam					
R	= 100 m					
e	= 3.6%					
Ls	= 29.52°					
Lc	= 29.52 m					
Ts	= 37.40 m					
Es	= 3.62 m					

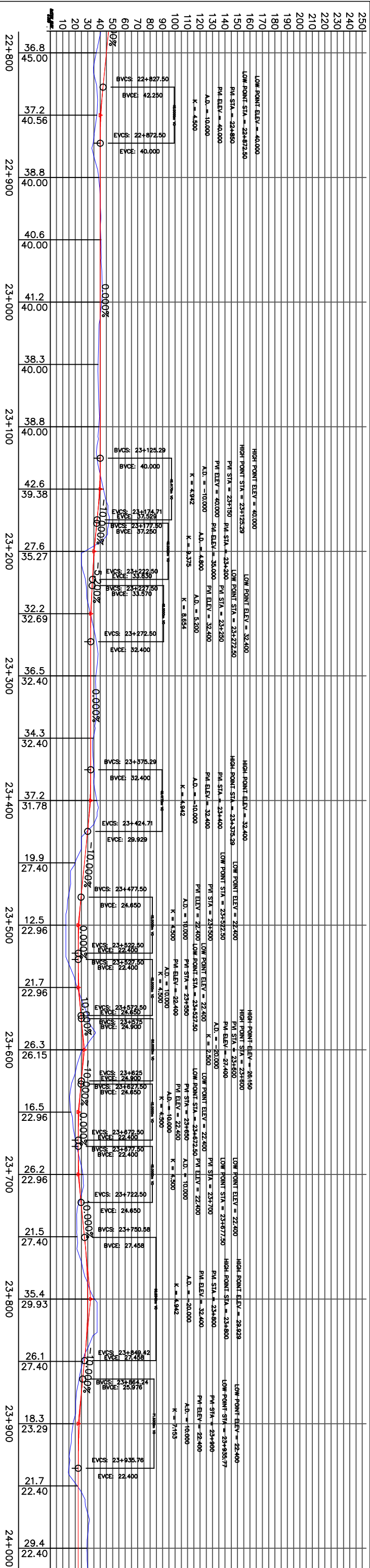
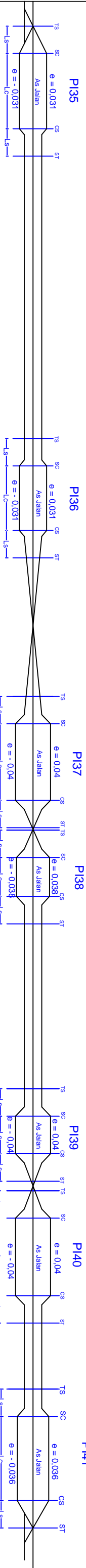
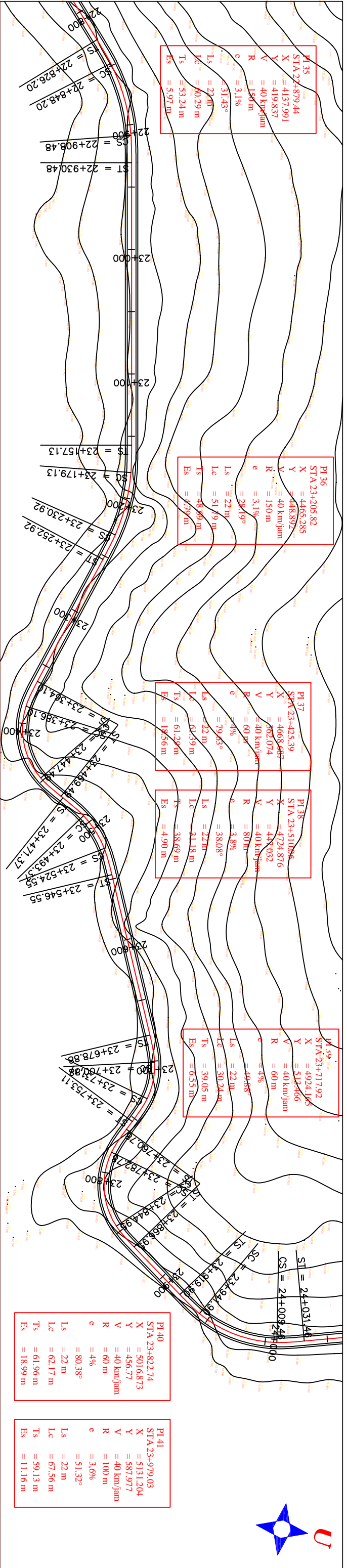
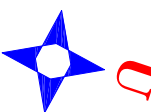
P115						
STA	18+503.85					
X	= 1561.774					
Y	= 14.142					
V	= 40 km/jam					
R	= 60 m					
e	= 4%					
Ls	= 67.12°					
Lc	= 48.28 m					
Ts	= 51.01 m					
Es	= 12.41 m					

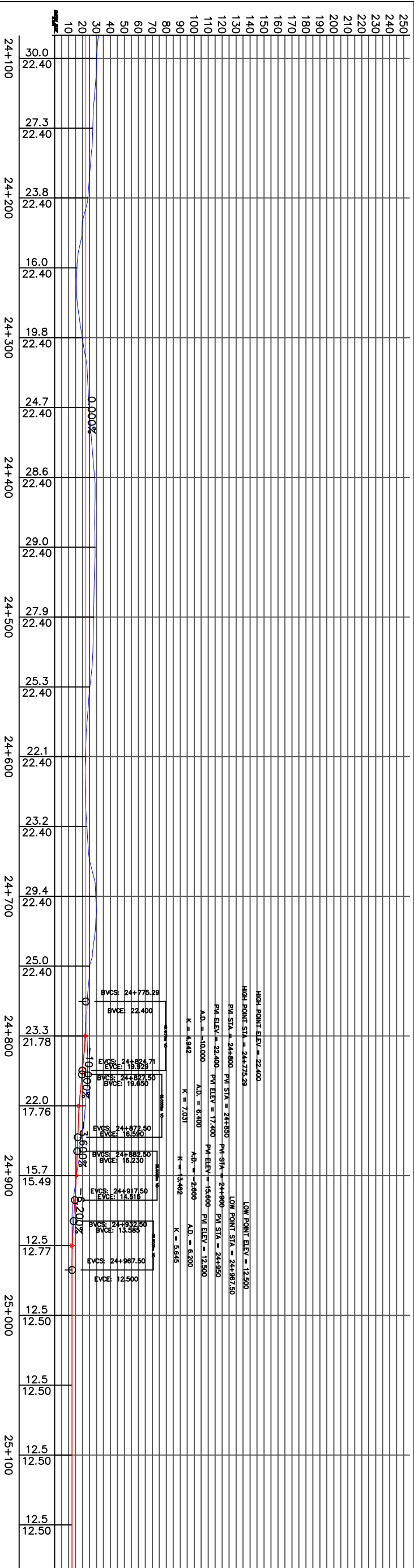
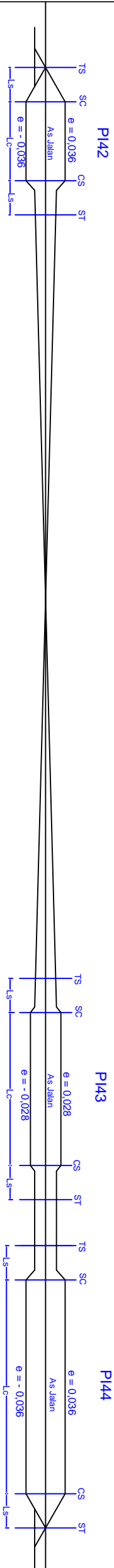
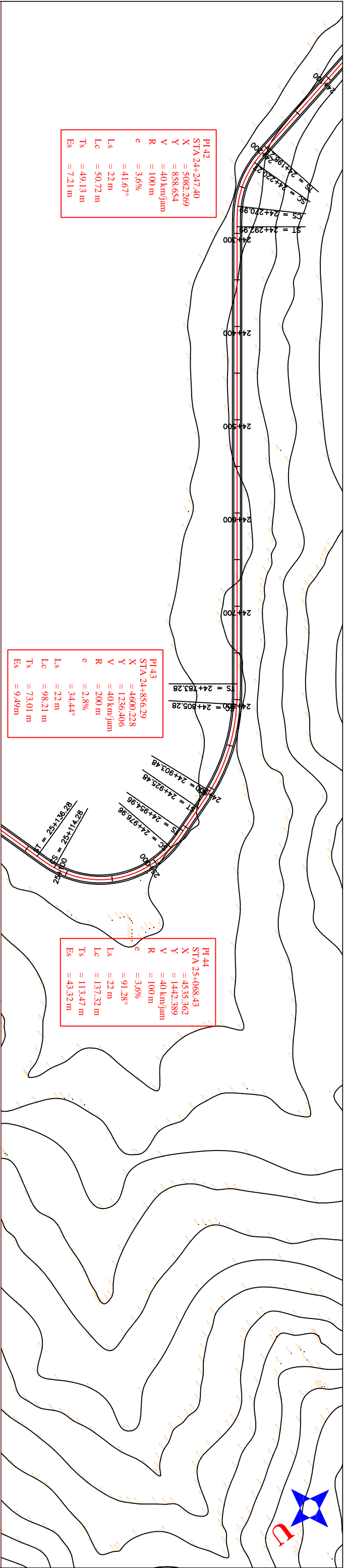




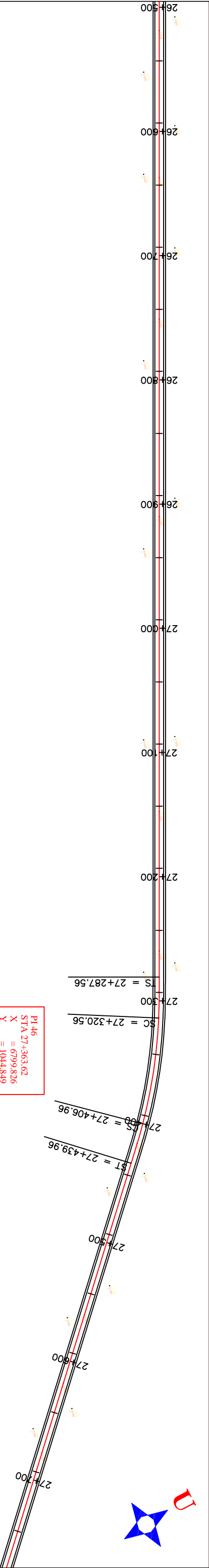






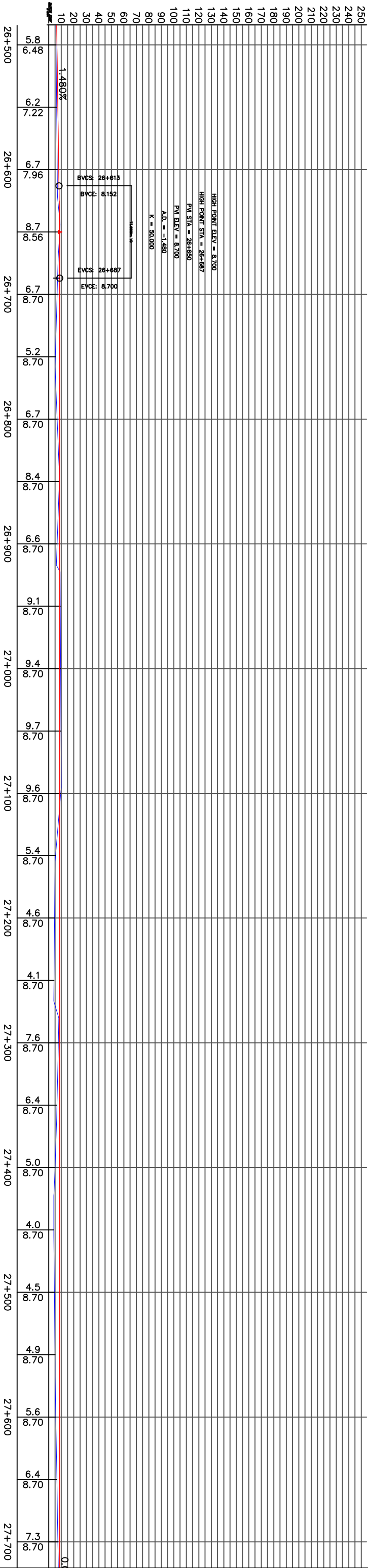
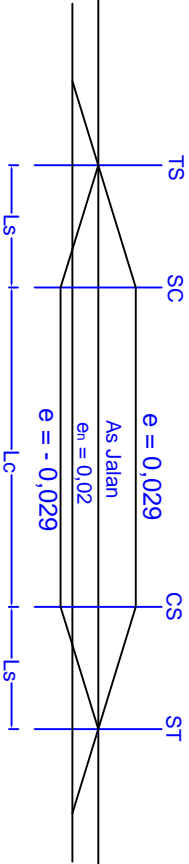


 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR		NAMA / NRP MAHASISWA		DOSEN PEMBIMBING 1		JUDUL GAMBAR		SKALA		TTD	
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN DS. SOBO-DS. MUNJUNGAN, PROYEK JLS JAWA TIMUR		ANDITHASARI PANCANINGRUM 3114 105 071		I/r. WAHJU HERIANTO, MT.		PLAN SUPERELEVASI POT. MEMANJANG		1:3000			
					DOSEN PEMBIMBING 2				NO. LEMBAR			
					ISTJAR, ST., MT.				JML. LEMBAR			



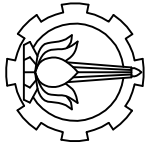
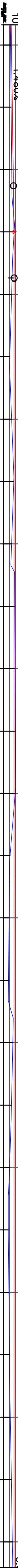
PI 46
STA 27+363.62
X = 6799.826
Y = 1044.849
V = 60 km/jam
R = 400 m
e = 2.9%
= 17.10°
Ls = 22 m
Lc = 86.40 m
Ts = 76.66 m
Es = 4.61 m

PI46



HIGH POINT ELEV = 8.780
HIGH POINT STA = 26+687
PV STA = 26+650
PV ELEV = 8.700
AD. = -1.480
K = 50.000

BVCS: 26+613
BVCE: 8.152
EVCS: 26+687
EVCE: 8.700



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA
RUAS JALAN DS. SOBO-DS. MUNJUNGAN,
PROYEK JLS JAWA TIMUR

ANDITHASARI
PANCANINGRUM
3114 105 071

DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHJU HERLIANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2
ISTIAH, ST., MT.

PLAN
SUPERELEVASI
POT. MEMANJANG

SKALA
1:3000
NO. LEMBAR
JML. LEMBAR

JUDUL TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

TTD

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pembahasan yang dilakukan dalam tugas akhir diatas adalah sebagai berikut :
Hasil perencanaan jalan arteri yaitu :

1. Hasil *trip assignment* adalah sebagai berikut:
 - Jumlah kendaraan yang melewati jalan eksisting (50%) = 8071 kendaraan/hari = 679 kend/jam.
 - Jumlah kendaraan yang melewati jalan rencana (50%) = 8071 kendaraan/hari = 679 kend/jam.
2. Jalan direncanakan dengan tipe 2/2U D, dengan dimensi sebagai berikut:
 - Lebar lajur = 3,5 meter
 - Lebar jalur = 7 meter
 - Lebar bahu = 1,5 meter
 - Kecepatan rencana daerah bukit : 60 km/jam
 - Kecepatan rencana daerah gunung : 40 km/jam
3. Geometrik jalan
 - Alinyemen Horisontal: 46 PI S-C-S
 - Alinyemen Vertikal : 45 PVI (Cembung)
45 PVI (Cekung)
 - Superelevasi : Maksimum 11%
4. Perkerasan jalan
 - AC WC = 40 mm
 - AC Binder = 60 mm
 - AC Base = 80 mm
 - LPA = 300 mm (Kelas A, CBR 100%)

5. Desain Drainase

Pada desain drainase terdapat beberapa tipe dimensi saluran, yaitu :

Saluran tepi (saluran tanah)

Tipe I	: (0,4 m x 0,4 m); waking = 0,45 m
Tipe II	: (0,6 m x 0,6 m); waking = 0,55 m
Tipe III	: (0,5 m x 0,5 m); waking = 0,5 m
Tipe IV	: (0,7 m x 0,7 m); waking = 0,59 m
Tipe V	: (0,8 m x 0,8 m); waking = 0,63 m
Tipe VI	: (1,2 m x 1,2 m); waking = 0,77 m
Tipe VII	: (1,5 m x 1,5 m); waking = 0,87 m
Tipe VIII	: (0,3 m x 0,3 m); waking = 0,39 m
Tipe IX	: (0,2 m x 0,2 m); waking = 0,32 m

6. Galian dan Timbunan

Total volume galian = 896.952,06 m³

Total volume timbunan = 523.554,39 m³

7. Biaya Konstruksi

Berdasarkan perhitungan analisa biaya, diperoleh nilai total biaya adalah Rp 124.776.278.000,00

Terbilang :

“Seratus Dua Puluh Empat Milyar Tujuh Ratus Tujuh Puluh Enam Juta Dua Ratus Tujuh Puluh Delapan Ribu Rupiah”

6.2 Saran

Dalam perencanaan tugas akhir kali ini hendaknya memperhatikan beberapa hal berikut :

1. Perlunya beberapa alternatif trase yang disediakan, agar dapat memperoleh trase yang terbaik nantinya.
2. Perlunya dilakukan studi lebih lanjut tentang metode pelaksanaan pembangunan konstruksi.

3. Perlunya pengawasan yang baik pada saat masa konstruksi berlangsung, agar hasil perencanaan dapat terealisasi secara optimal.
4. Perlunya studi lanjut tentang perkuatan lereng dan dinding penahan tanah.
5. Perlunya studi lanjut pada bagian detail konstruksi jembatan dan drainase.
6. Perhitungan galian dan timbunan sebaiknya dihitung lebih detail lagi. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang optimal, khususnya pada perhitungan biaya konstruksi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Benny, Riyan. 2013. **Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Akses Pelabuhan Internasional Socah Kab. Bangkalan-Madura**. Tugas Akhir. Program Studi S-1 ITS.

Departemen Pekerjaan Umum. 1987. **Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26.1987**. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.

Departemen Pekerjaan Umum. 2013. **Manual Desain Perkerasan Jalan**. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.

Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. **Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997**. Jakarta.

Direktorat Jendral Bina Marga .2014. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia**. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. **Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt-T-01-2002-B**. Jakarta.

Direktorat Jendral Bina Marga. 2006. **Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd.T-02-2006-B**. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Geospasial untuk Negeri. **Peta RBI**. <URL: <https://tanahairindoneia.go.id>> (diakses tanggal 25 – 03 - 2016).

Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2014. **Marka Jalan No. PM 34**. Jakarta: Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia.

Prastyanto, C.A., Kartika, A.A.G., dan Buana C. **Modul Ajar Kuliah rekayasa Jalan Raya (PS 1364)**. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil ITS.

Rizki, Reysa. 2015. **Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Gajahrejo-Desa Sindurejo STA 11+250 S/D 16+125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur**. Tugas Akhir. Program Studi Diploma IV ITS.

Sukirman, Silvia. 1994. **Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya**. Bandung: Nova.

Sulaksono. 2001. **Rekayasan Jalan**. Bandung: ITB.

Sunarto. 2009. **Perencanaan Jalan Raya Cemorosewu-Desa Pacalan dan rencana Anggaran Biaya**. Tugas Akhir. Program Diploma III Universitas Sebelas Maret.

Tamin, OZ. 2000. **Perencanaan dan Pemodelan Transportasi**. Edisi Kedua. Bandung: ITB.

Widyastuti, Sri. 2010. **Perencanaan Geometrik, Tebal Perkerasan, dan Rencana Anggaran Biaya (Ruas Jalan Blumbang Kidul – Bulakrejo) Kabupaten Karanganyar**. Tugas Akhir. Program Diploma III Universitas Sebelas Maret.

Wikipedia bahasa Indonesia. **Panggul, Trenggalek**. <URL: https://id.wikipedia.org/wiki/Panggul,_Trenggalek> (diakses tanggal 10 – 11 - 2015).

Wikipedia bahasa Indonesia. **Munjungan, Trenggalek**. <URL: https://id.wikipedia.org/wiki/Munjungan,_Trenggalek> (diakses tanggal 10 – 11 - 2015).

BIODATA PENULIS



Andithasari Pancaningrum,
Penulis dilahirkan di Nganjuk (Jawa Timur) pada tanggal 25 Februari 1993, merupakan anak kelima dari 5 (lima) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Negeri Pembina Nganjuk, SDN Ganung Kidul I Nganjuk, SMPN 1 Nganjuk, SMAN 2 Nganjuk. Setelah lulus dari SMAN 2 Nganjuk tahun 2011, penulis mengikuti ujian masuk Diploma UGM dan diterima di Jurusan Diploma III Teknik Sipil SV-UGM pada tahun 2011 dan terdaftar dengan NIM 11/315048/NT/14888.

Penulis pernah aktif dalam organisasi BEM SV UGM dan mengikuti berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa. Kemudian setelah lulus dari Diploma III Teknik Sipil SV-UGM, penulis mengikuti ujian masuk Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS dan diterima di Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 3114 105 071.